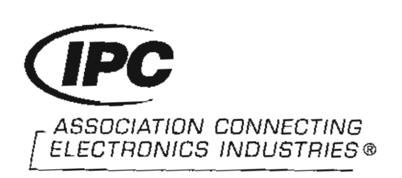
К-03093



IPC J-STD-001D

Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies

Требования к пайке соединений в электрических и электронных блоках

A joint standard developed by the National Standard for Soldering Task Group (5-22a), and the Soldering Subcommittee (5-22) of the Assembly and Joining Processes Committee (5-20) of IPC

отд.2850	Исполнит.	Проверил	Нач. отд.	Гл. инженер
302.552-2008	Романова	Степанова	Исупов	Тюлевин
от 4.09.08	[signature]-3.09.08	[signature]	[signature]	[signature]

Основание: сл. записка № 425/2614 от 22.07.08



Supersedes:
J-STD-001C - March 2000
J-STD-001B - October 1996
J-STD-001A - April 1992

Incorporates modifications to noted errata.

Users of this publication are encouraged to participate in the development of future revisions.

Contact:
IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, IL 60015-1219
Phone (847) 615-7100
Fax (847) 615-7105

Рисунки, упомянутые по тексту, смотреть в оригинале

отд.2614 [signature]

заменяет собой издание С, выпущенное в марте 2000

Объединенный отраслевой стандарт

Требования к пайке соединений в электрических и электронных блоках

1. Общая информация

1.1.Область применения

В данном стандарте устанавливаются правила и требования к изготовлению электрических и электронных блоков с паяными соединениями. Ранее стандарты по пайке электронных блоков больше содержали материалов по всестороннему обучению технологии и правилам. Для полноты понимания рекомендаций и требований, данных в этом документе, можно использовать IPC-HDBK-001, IPC-A-610, IPC-HDBK-610.

При ссылке на или упоминании J-STD-001 в контракте требования IPC-A-610 не применимы, если отдельно не оговорено. При одновременном упоминании J-STD-001 и IPC-A-610, приоритетность стандартов должна быть оговорена в документах на поставку продукции.

1.2. Цель

В данном стандарте описаны материалы, методики и критерии приемки паяных соединений в электрических и электронных блоках. В задачи данного документа входит рассмотрение методики управления технологическим процессом для обеспечения стабильного уровня качества изготовления продукции. В задачи данного стандарта не входит исключение операций по размещению электронных компонентов или внедрение паяльных методик и припоев для выполнения электрических соединений.

1.3. Классификация

В данном стандарте признается классификация электрических и электронных блоков по использованию готовых изделий по назначению. Выделяется три общих класса готовой продукции для разграничения требований по продуктивности, сложности и функциональным характеристикам, а также учитывается частота проверок (осмотр / испытания). Признается, что оборудование может попадать в несколько классов.

Пользователь (см 1.8.13) несет ответственность за определение класса продукции. Класс продукции следует указать в документах на поставку продукции.

КЛАСС 1 Неспециализированные электронные изделия

К этому классу относятся изделия, обеспечивающие функционирование блока в целом

КЛАСС 2 Специальные электронные изделия

К этому классу относятся изделия, обеспечивающие стабильность характеристик и продолжительный срок службы блока, для которого важным, но не критичным является бесперебойность эксплуатации. Обычно среда эксплуатации не приводит к выходу из строя.

КЛАСС 3 Электронные изделия с улучшенными рабочими характеристиками

К этому классу относятся изделия, для которых критичным является высокая эффективность, время простоя не допускается, среда пользования может быть чрезвычайно неблагоприятной, но оборудование, установленное в такие блоки как системы жизнеобеспечения и подобные, должно функционировать когда потребуется.

1.4. Единицы измерения и применение

Все размеры и допуски, а также другие измерения (температуры, веса и др.) выражаются в данном стандарте в системе СИ (с английскими эквивалентами в скобках). Измерения и допуски даются в миллиметрах; микроны используются тогда, когда миллиметры являются слишком крупной единицей. Температура дана в градусах Цельсия. Вес выражен в граммах.

Проверка размерности.

Реальные измерения при установке и пайке деталей, а также процентное определение не требуется. С целью определения соответствия данной спецификации все ограничения по стандарту определены в ASTM E29.

1.5. Определение требований.

Слово «должен» используется по тексту данного документа, когда речь идет о требовании к материалам, подготовке, управлению процессом или приемке паяного соединения.

Если употребление слова «должен» ведет к дефекту изделия хотя бы в одном классе, требования для каждого класса уточняются в рамках рядом с текстом (смотри оригинал). Содержание этих рамок приводится в Приложении А, в котором перечисляются условия для каждого класса, а именно «дефект», «индикатор процесса», «допуск», «нет требований». В случае расхождения между указаниями в рамках по тексту и Приложением А, требования, перечисленные в рамках по тексту имеют приоритет.

Схемы и иллюстрации приводятся для лучшего понимания требований стандарта. Текст имеет приоритет над картинками.

IPC-HDBK-001 – сопутствующий документ к данной спецификации, содержащий ценные объяснения и руководства, составленные техническими комитетами IPC. Хотя справочник не является частью данной спецификации, в случае непонятности формулировок спецификации, читатель отсылается к справочнику.

заменяет собой издание С, выпущенное в марте 2000

1.5.1. Дефекты изделий и индикаторы процесса.
Характеристики изделий или условия, которые не удовлетворяют требованиям данной спецификации, рассматриваются как дефекты изделия или индикаторы процесса. Дефекты изделия, перечисленные в соответствующих рамках по тексту, должны[1] быть определены, задокументированы и локализованы, то есть, переделаны, вырезаны, использованы как есть или отреставрированы.
Не все индикаторы процесса, указанные в данном стандарте, перечисляются в рамках по тексту. Данные по индикаторам процесса необходимо отображать (см 11.3), но изделие не идет в отбраковку.
Пользователь отвечает за определение дополнительных или уникальных категорий дефектов продукции (см 1.8.13). Производитель отвечает за определение дефектов и индикаторов процесса, которые являются уникальными для сборки (см 1.8.5, 1.13.2).
1.5.2. Несоответствие материалов и процессов. Изделия, выполненные с использованием материалов или технологий, не соответствующих требованиям данного стандарта должны[2] быть отбракованы, при определении их дефектности. Отбраковка устраняет влияние потенциального несоответствия на функциональные возможности изделия, а именно, надежность и расчетный ресурс.
Примечание: Несоответствие материала и технологии отличается от дефектов изделия или индикаторов процесса тем, что несоответствие материала / технологии обычно не приводит к заметному изменению внешнего вида изделия, но может повлиять на его характеристики, например, загрязненный припой, неподходящий состав припоя (отличающийся от требований чертежа/ технологии).
1.6. Общие требования. Использование данного стандарта требует согласования по классу изделий. Если пользователь или изготовитель не установят и не задокументируют класс приемки, то изготовитель может это сделать сам. Конструкции с поверхностной установкой должны пройти процедуру проверки надежности конструкции по параметрам, условиям эксплуатации, расчетному ресурсу, риску непрохождения приемки для подтверждения способности конструкции надежно функционировать по своему назначению.
Информацию по процедуре проверки конструкции на надежность см в IPC-D-279, IPC-9701.
Операция пайки, оборудование и условия, описанные в данном документе, основаны на спецификациях электрических / электронных плат, см Таблицу 1-1.
1.7. Приоритетность. Контракт имеет приоритет над данным стандартом, справочными стандартами и чертежами.

Таблица 1-1 Спецификации по конструированию и изготовлению

тип платы	конструкторская спецификация	спецификация по изготовлению
общие требования	IPC-2221	IPC-6011
жесткая печатная плата	IPC-2222	IPC-6012[1] IPC-A-600
гибкая плата	IPC-2223	IPC-6013
гибкая печатная плата	IPC-2223	IPC-6013

Примечание 1. Данный документ противоречит критериям измерения несмонтированных плат, приводимым в IPC-A-600G, статья 2.3.1. и IPC-A-6012, статья 3.3.2.1.
1.7.1. Противоречие. В случае противоречия между требованиями данного стандарта и применимой документации / чертежами, пользователь, утвердивший сборочные чертежи / документацию, имеет приоритет. В случае противоречия между текстом данного стандарта и упомянутой применимой документацией, текст данного стандарта имеет приоритет. В случае конфликта между требованиями данного стандарта и сборочными чертежами / документацией, которая не прошла согласование пользователя, стандарт имеет приоритет.
При ссылке на IPC J-STD-001 или его упоминании по контракту, требования IPC-A-610 не применяются, если отдельно не оговорено. При ссылке на IPC-A-610 или на другие, связанные с ним документы, а также IPC J-STD-001 , порядок приоритетности определяется в документации на поставку.
1.7.2. Ссылка на статьи. При ссылке на статью все подпункты статьи также применяются.
1.7.3. Приложения. Приложения к данному стандарту не являются обязательными, если этого не требует контракт, сборочный чертеж, документация или заказ на поставку.
1.8. Термины и определения. Термины и определения, кроме тех, что перечислены ниже, соответствуют IPC-T-50.
1.8.1. Дефект. Несоответствие требованиям данного стандарта (перечислены в Приложении А) или иные факторы риска, определенные изготовителем (см 1.8.5.)
1.8.2. Локализация. Определение способа устранения дефекта. Локализация включает, но не ограничивается, переделкой, использованием в том виде, который есть, зачисткой или ремонтом.
1.8.3. Электрические габариты. Минимальное расстояние между разными неизолированными проводниками (например, моделями, материалами, изделиями и проч.) в данном документе называется «минимальными электрическими габаритами» и определяется по соответствующему стандарту проектирования или

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

согласованной документации. Изоляционный материал должен обеспечивать достаточный уровень изоляции.
1.8. Высокое напряжение. Термин «высокое напряжение» отличается для каждого конкретного проекта и в каждом случае применения. Критерии высокого напряжения в данном документе применяются только в случае специального требования в чертежах и документации на поставку.
1.8.5. Изготовитель (сборщик). Лицо, организация или компания, отвечающая за процесс сборки и проверки, необходимые для гарантии полного соответствия сборок настоящему стандарту.
1.8.6. Объективные данные. Документация в печатной форме, электронном виде, видео или на иных носителях.
1.8.7. Контроль процесса. Система или метод для непрерывного наблюдения за проведением операции с целью уменьшения разброса в процессах или изделиях для обеспечения качества и характеристик.
1.8.8. Индикатор процесса. Определяемая аномалия, отличная от дефекта, применима для определения изменений в материале, работе оборудования, качестве изготовлении изделия или технологическом процессе.
1.8.9. Квалификация. Способность выполнять задания в соответствии с требованиями и методиками, подробно описанными в настоящем стандарте.
1.8.10. Сторона пайки. Сторона пайки – это сторона печатной платы, на которую натекает припой через сквозные отверстия.
1.8.11. Припаеваемая сторона. Припаеваемая сторона – это сторона печатной платы, на которую помещается припой.
1.8.12. Поставщик. Лицо, организация или компания, которая предоставляет изготовителю (сборщику) компоненты (электроника, электромеханика, механика,, печатные платы и проч.) и/ или материалы (припой, разжижитель, смывочный раствор и проч.)
1.8.13. Пользователь. Лицо, организация, компания, орган власти, наделенный полномочиями по контракту, или агентство, ответственное за поставку электрического / электронного оборудования и имеющее право определения класса оборудования и любых изменений / ограничений по требованиям данного стандарта (то есть, являющееся автором / куратором по контракту, ответственным за требования).
1.9. Распространение требований. Когда данный стандарт упоминается в контракте, то требования (включая к классу продукции – см. 1.3.) должны[1] применяться в соответствующих субконатрактах, сборочных чертежах, документации и заказах на поставку. Если иначе не оговорено, требования данного стандарта не налагаются на готовую коммерческую продукцию.
Если деталь правильно определена в спецификации, тогда требования данного стандарта применяются при изготовлении этой детали только когда необходимо обеспечить соответствие требованиям конечной продукции. Если не ясно, когда требования перестают распространяться, на изготовителя налагается ответственность по определению этого момента вместе с пользователем.
1.10. Квалификация персонала. Все инструкторы, операторы, инспектора должны[2] иметь квалификацию для решения поставленных задач. Объективные данные о квалификации должны быть занесены в соответствующие отчеты. Эти данные должны включать записи о прохождении учебных курсов, опыте работы, тестов на знание требований данного стандарта, и /или результаты периодических отчетов о квалификации. Практика под наблюдением мастера проводится в период наработки навыков.
1.11. Требования по приемке. Все изделия должны[3] отвечать требованиям сборочных чертежей / документации и требованиям в соответствующих спецификациях на продукцию, приведенных в настоящем документе.
Изготовители должны[4] проводить 100% контроль, если выборочная проверка не определена в плане контроля процесса (см 11.2.2.).
1.12 Общие требования к сборке. Электрическая и механическая целостность компонентов и блоков должна[5] сохраняться после выполнения манипуляций с изделием во время его изготовления и сборки (например, обработки, обжига, смазывания флюсом, пайки, очистки).
1.13 Другие требования
1.13.1. Здоровье и безопасность. Использование некоторых материалов, упоминаемых в данном стандарте, может быть опасным. Для обеспечения безопасности персонала, следуйте местным и федеральным регламентам по безопасности и обеспечению здоровья.
1.13.2. Методики, применяемые в специальных технологиях. Являясь отраслевым стандартом, данный документ не может охватить все возможные компоненты и конструкции, например, магнитные катушки, высокие частоты, высокое напряжение и проч. При использовании специальных технологий может стать

---

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

необходимой разработка специальных методик и критериев приемки. Часто требуется внедрение нового определения для описания особых характеристик изделия.
Разработку следует проводить с участием пользователя. Критерии приемки должны[1] быть согласованы с пользователем. Требования к установке и пайке при выполнении специальных операций, не рассматриваемых в данном документе, должны[2] выполняться по утвержденным процедурам, которые могут быть своевременно пересмотрены.
По возможности, эти критерии нужно представлять в Технический Комитет IPC для рассмотрения и включения в новые издания данного стандарта.
1.13.2.1. Изготовление устройств с магнитными катушками. Данный стандарт ограничен в плане применимости к процессам изготовления, связанных с установкой внутренних электронных элементов и пайки внутренних соединений трансформаторов, электродвигателей и проч. Таким образом, данный стандарт не распространяется на процесс изготовления внутренних элементов данных приборов, если сам пользователь не требует этого. Внешние точки соединения (например, клеммы, штыри и проч.) должны[3] отвечать требованиям данного документа.
1.13.2.2. Применение высоких частот. Высокие частоты (то есть радиочастоты и микроволновые частоты) могут потребовать зазоров между деталями, установки и сборки, которые отличаются от описанных в данном стандарте.
1.13.2.3. Применение высокого напряжения. Высокое напряжение может потребовать может потребовать зазоров между деталями, установки и сборки, которые отличаются от описанных в данном стандарте.
В проводах с потенциалом 6кВ и выше не должно[4] быть порванных жил.
2. Применимая документация.
Следующие документы действующего издания по заявке являются частью спецификации в объеме указанном ниже.
2.1. EIA (см www.eia.org)
EIA-557-1 Руководство по управлению технологическим процессом. Статистика для выбора критичных операций с целью применения системы SPC для пассивных компонентов.
2.2. IPC (см www.ipc.org)
IPC-HDBK-001 Руководство. Требования к пайке электрических / электронных блоков.
IPC-A-36 Информация по вариантам очистки
IPC-T-50 Термины и определения: соединение и компоновка электронных схем.
IPC-D-279 Руководство по проектированию печатных плат с надежным креплением на поверхности
IPC-A-600 Приемка печатных плат
IPC-A-610 Приемка электронных блоков
IPC-OI-645 Стандарт по визуальным средствам проверки
IPC-SM-785 Руководство по проведению ускоренных испытаний на надежность поверхностно-установленных устройств.
IPC-TM-650 Руководство по методике проведения испытаний (современное издание можно получить по подписке на IPC-TM-650 и на сайте IPC www.ipc.org/html/testmethods.htm)
2.3.25 Определение и измерение ионизируемых поверхностных загрязнений
2.3.27 Проверка чистоты на остаточную канифоль
2.3.28 Ионный анализ печатных плат методом хроматографии
2.3.38 Определение органических загрязнений поверхности
2.3.39 Тест на определение органического загрязнения поверхности (методом инфракрасного излучения)
2.4.22 Изгибание и скручивание
2.6.3. Влагостойкость и изоляция жестких и гибких печатных плат.
2.6.3.3. Влажность и сопротивление изоляции поверхности, токи
IPC-SM-817 Общие требования к диэлектрическим адгезивным веществам, используемым при монтаже на поверхности
IPC-CC-830 Аттестация и характеристики электроизоляционного компаунда сборок с печатными платами
IPC-2221 Групповой стандарт по проектированию жестких печатных плат
IPC-2223 Стандарт по проектированию гибких печатных плат
IPC-6011 Групповая спецификация характеристик печатных плат
IPC-6012 Аттестация и спецификация характеристик жестких печатных плат
IPC-6013 Аттестация и характеристики гибких печатных плат

[1] Класс1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

IPC-7095 Проектирование и сборка корпусов BGA
IPC-9191 Общие правила статистического управления процессом
IPC-9201 Руководство. Сопротивление поверхностной изоляции
IPC- 9261 Производственные DPMO и предполагаемые результаты PWA
2.3. Объединенные отраслевые стандарты (www.ipc.org)
IPC/EIA J-STD-002 Испытания на пригодность к пайке контактов, зажимов, клемм, лапок и проводов.
J-STD-003 Испытания на пригодность к пайке печатных плат
J-STD-004 Требования к флюсам для пайки
J-STD-005 Требования к паяльной пасте
J-STD-006 Требования к паяльным сплавам для электронной промышленности и нефлюсовым твердым припоям для применения в электронной промышленности
IPC/JEDEC J-STD-020 Классификация чувствительности к влаге / пайке оплавлением для приборов с поверхностной установкой на пластиковые микросхемы
IPC/JEDEC J-STD-033 Стандарт по погрузке, упаковке, отправке и использованию приборов с установкой на чувствительные к влаге / пайке оплавлением поверхности
IPC/JEDEC-9701 Методика проведения эксплуатационных испытаний и требования к аттестации деталей, устанавливаемых при помощи пайки на поверхность
2.4. ASTM (www.astm.org)
ASTM E29 Стандартная методика использования значащих цифр из данных испытаний для определения соответствия спецификации.
2.5. Ассоциация по электростатическим разрядам (www.esda.org)
3. Требование к материалам, элементам и оборудованию
3.1. Материалы. Материалы и технологические процессы, используемые при сборке / изготовлении электронных блоков должны[1] выбираться таким образом, чтобы их совместное использование способствовало изготовлению продукции, соответствующей данному стандарту.
Когда основные элементы проверенных процессов меняются (например, флюсы, паяльные пасты, средства очистки или система, припой или система пайки), то должна[2] быть проведена и задокументаирована проверка изменений на пригодность. Они могут иметь отношение к изменениям, внесенным поставщиком несмонтированных плат, сопротивлению припоя или металлизации. Пример методики разрешения такой ситуации приведен в приложении С.
3.2. Припой. Припой должен[3] соответствовать J-STD-006 или аналогу. Припои, отличные от Sn60A, Pb26B, Sn63A, обеспечивающие требуемые электрические и механические качественные характеристики могут использоваться, если все другие условия данного стандарта соблюдены и об этом есть запись в отчете. Флюсы, являющиеся частью присадочной проволоки с флюсовым сердечником, должны отвечать требованиям 3.3. Данные о процентном соотношении флюса указываются по требованию.
3.2.1. Безсвинцовый припой. Припои с содержанием винца менее 0,1% по весу не учитываются в J-STD-006, но могут быть использованы при положительном решении изготовителя и пользователя.
3.2.2. Поддержание чистоты припоя. Припой, используемый для предварительной обработки, удаления золота, лужения деталей и автоматической пайки должен[4] проходить анализ, заменяться или обновляться с периодичностью, гарантирующей соответствие таблице 3-1.
Таблица 3-1. Содержание[1] олова / свинца в припоях

загрязняющее вещество	Максимальное содержание загрязняющего вещества (%)[2]	
	предварительная обработка	пайка изделия
медь	0,750	0,300
золото	0,500	0,200
кадмий	0,010	0,005
цинк	0,008	0,005
алюминий	0,008	0,006
сурьма	0,500	0500
железо	0,020	0,020
мышьяк	0,030	0,030
висмут	0.250	0,250
серебро[3]	0,750	0,100
никель	0,025	0,010

Примечание 1. Содержание олова в ванне для пайке должно[4] быть в пределах ±1,5% от номинального для конкретного припоя. Оно должно проверяться с периодичностью, с которой проходят проверки на загрязнение медью / золотом. Баланс ванны должен[4] быть свинцовым или с элементами, перечисленными выше.
Примечание 2. Общая величина меди, золота, кадмия, цинка и алюминия не должна превышать 0.4% для пайки сборки.
Примечание 3. Не применяется для Pb36B: предельные величины от 1,75% до 2,25%.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

Припои, отличные от Sn60A, Sn63A или Pb26B оловянные / свинцовые припои, должны[1] соответствовать эквивалентам, установленным в документации.
Если загрязнение превышает диапазон, то промежутки между проведением анализов, заменами или возобновлениями должны[1] быть короче. Частота проведения анализа должна определяться на основе статистических данных, или ежемесячном анализе. Записи о результатах всех анализов и использовании ванны для пайки (то есть общее время использования, объем замененного припоя, пропускная способность) должны[1] храниться минимум один год по каждому процессу / системе.
3.3. Флюс. Флюс должен[2] соответствовать J-STD-004 или аналогу. Флюс должен[3] соответствовать уровню активности L0-L1 материалов, используемых в качестве флюса, канифоль (RO), смола (RE) или органическое соединение (OR); кроме органических уровень L1 не должен[3] использоваться для неочищенной пайки.
Когда для флюсовых материалов используются другие уровни активности, данные, демонстрирующие их соответствие должны[3] быть в отчете (см 3.1.).
Примечание: Комбинированная пайка с флюсом или паяльной пастой, прошедшие квалификацию или аттестованные в соответствие с другими спецификациями не требуют проведения дополнительных испытаний.
Флюсы типа H или M не должны[2] использоваться для лужения многопроволочных проводов.
3.3.1. Применение флюсов. При использовании внешнего флюса в сочетании с прутковым припоем с канифолью, то флюсы должны[4] сочетаться.
3.4. Паяльная паста. Паяльная паста должна[5] соответствовать J-STD-005 или аналогу. Паяльная паста также должна соответствовать требованиям 3.2 и 3.3.
3.5. Навески дозированного припоя. Навески дозированного припоя должны[6] отвечать требованиям 3.2. и 3.3.
3.6. Адгезивы. Электрически непроводящие адгезивные материалы, используемые для крепления элементов, должны соответствовать соответствующей документации или стандарту, например, IPC-SM-817. Адгезивы не должны [7]причинять вред элементам или сборке, в которой они используются. Материалы должны[7] склеиваться в результате схватывания (термоотверждения).
3.7. Химикаты для снятия покрытия. Химические растворы, пасты и пены не должны[8] вызывать повреждение или ухудшение качества. Они не должны[8] использоваться для многопроволочных проводов.
3.8. Паяльные устройства с опрессовкой нагревом. Паяльные устройства с опрессовкой нагревом должны[9] быть установлены в соответствии с требованиями изготовителя устройства, если иначе не оговорено. См. 8.1. по требованиям к очистке.
3.9. Элементы. Элементы (то есть электронные устройства, механические детали, печатные платы), выбранные для сборки, должны[10] быть совместимы со всеми материалами и процессами, например, температурными диапазонами, используемыми для изготовления сборки / изделия.
Влагочувствительные элементы (согласно классификации IPC/JEDEC J-STD-020 или другой официальной классификации) должны[10] обрабатываться так, чтобы это соответствовало IPC/JEDEC J-STD-033 или другой официальной методике.
3.9.1. Пригодность к пайке. Электронные / электрические элементы (в том числе печатные платы) и провода должны[11] соответствовать требованиям по пригодности к пайке, указанным в J-STD-002 или аналогу, а печатные платы должны[11] отвечать требованиям J-STD-003. Когда проводится проверка на пригодность к пайке или лужение как часть утвержденного процесса сборки, то эта операция может быть проведена вместо испытания на паяемость (см 3.9.2.)
3.9.2. Обеспечение пригодности к пайке. Изготовитель должен[12] обеспечить, чтобы все элементы, детали, выводы, провода, клеммы и печатные платы, отвечающие требованиям 3.9.1. были пригодны к машинной / ручной пайке. Изготовителю следует разработать методику снижения ухудшения качеств паяемости деталей (см IPC-HDBK-001).
3.9.3. Удаление золота. Золото должно[13] быть снято:
- Минимум с 95% паяемой поверхности со сквозными отверстиями для выводов, имеющей 2,5μм (0.0984мил) или более золота.
- С 95% всех поверхностей элементов, припаевыемых на поверхность не зависимо от толщины золота.
- С поверхности припаевыемых клемм, позолоченных слоем 2,55μм (0.0984мил) или толще.
Напайка двойного припоя может быть использована для снятия золота.

[1] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[9] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[10] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[11] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[12] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[13] Класс 1 – нет требований, класс 2 – индикатор процесса, класс 3 - дефект

Золотые покрытия, выполненные никелевым электролизом (ENIG) на печатных платах не подпадают под данные требования.
Эти требования можно исключить, если в отчете есть объективные задокументированные подтверждения того, что проблем хрупкости паяной поверхности не будет из-за наличия золота.
3.9.4. Доработка деталей, не подлежащих пайке. Выводы, клеммы или платы, не удовлетворяющие требованиям пригодности к пайке 3.9.1. могут быть доработаны (например, погружением в горячий припой) перед пайкой.
Во время лужения выводов к термочувствительным деталям должны быть прикреплены теплоотводы. Доработанная деталь должна[1] соответствовать требованиям 3.9.1.
3.9.5. Повреждение элемента и пломбы. Качество самих деталей и оловянных пломб не должно[2] ухудшаться.
3.9.6. Повреждение элемента. Небольшие поверхностные трещины, изменение цвета, трещины лунки или зазубрины допустимы. Однако, они не должны[3] распространяться на глубинные слои элемента, или влиять на целостность структуры. Не должно быть повреждений элементов, выходящих за рамки спецификаций. Элементы не должны быть обуглены. Видимые трещины на спае металла со стеклом не допустимы.
Примечание: Средства визуальной проверки указаны в IPC-A-610.
3.9.7. Наплавочный материал не должен[4] быть защищен.
3.10. Требования к очистке перед пайкой. Блок должен быть очищен от любых загрязнений, которые могут препятствовать соблюдение требований данного стандарта.
3.11. Инструменты и оборудование, используемое при пайке. Инструменты и оборудование должны[5] выбираться и обслуживаться так, чтобы не приводить к повреждению или ухудшению качеств деталей или блоков в процессе их эксплуатации Паяльники, оборудование и системы должны выбираться так, чтобы обеспечивать контроль температур и избегание электрического перенапряжения или электростатического разряда (см 4.1.). Инструмент для обрезки проводов не должен передавать разряд, который может повредить пломбу на элементе или внутренние соединения. См Приложение В – руководство по выбору инструментов и техническому обслуживанию.
4. Общие требования по пайке и сборке.
4.1. Электростатический разряд. Если используются устройства, чувствительные к электростатическому разряду, то изготовитель должен[6] разработать и документально оформить соответствующую программу контроля в соответствии с ANSI/ESD-20.20 или другим, определенным стандартом. Документация, необходимая для эффективного проведения программы, должна[7] быть предоставлена в отчете.
4.2. Помещения. Чистота окружающей среды в рабочих зонах должна[8] поддерживаться на уровне, препятствующем загрязнение или ухудшение характеристики паяльных инструментов, материалов и спаиваемых поверхностей. Прием пищи, воды, табачных изделий должно быть запрещено в рабочей зоне.
4.2.1.Контроль состояния окружающей среды. Помещение для пайки должно быть закрытым, в нем должен обеспечиваться контроль влажности и температуры, а также поддерживаться положительное давление.
4.2.2. Температура и влажность. При радении влажности до 30% и ниже изготовитель должен[9] проверить адекватность электростатического контроля, а также то, что уровень влажности в зоне сборки достаточен для того, чтобы материалы для пайки и сборки функционировали правильно, то есть в соответствии с рекомендациями вендора или задокументированными данными, полученными при проведении технологического процесса. Условия, считающиеся комфортными для оператора и обеспечивающие пайкость материалов, являются: температура от 18°С (64,4 F) до 30 °С (86 F), относительная влажность не более 70%. Согласно требованиям технологического процесса могут быть установлены более жесткие ограничения по температуре и влажности.
4.2.3. Освещение. Освещение поверхности рабочего места должно быть минимум 1000лм/м^2. Источники света должны выбираться так, чтобы не образовывались тени.
4.2.4. Сборка на месте. При сборке продукции класса 3 на месте, когда эффективный контроль состояния окружающей среды невозможен, должны[10] быть приняты меры для максимального улучшения качества паяных соединений и минимизации воздействия окружающей среды на оборудование.
4.3. Общие требования к монтажу деталей.
Когда конструкционные ограничения разрешают установку элементов не выдерживающих температуры пайки,

---

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[9] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[10] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект

то такие элементы должны[1] устанавливаться и припаиваться к сборке отдельно.
При необходимости очистки детали должны[1] быть установлены с достаточными зазорами между корпусом и печатной платой, чтобы обеспечивались условия для очистки и проверки чистоты. Блоки следует очищать после каждой пайки так, чтобы для выполнения последующих установок и паек не было проблем в результате загрязнения (см 8, требования к очистке).
В блоках, в которых используются комбинированная технология монтажа, элементы для установки в отверстия необходимо монтировать на одну сторону печатной платы. Элементы для установки на поверхность можно монтировать с обеих сторон сборки.
Детали нужно монтировать так, чтобы маркировка деталей и обозначения были видны (см 9.2).
4.4. Затрудненный доступ к отверстиям. Детали и элементы должны[2] быть установлены таким образом, чтобы не препятствовать току припоя на стороне пайки через сквозные отверстия (см. рис. 4-1 и 4.14.3.)
4.5. Изоляция деталей в металлическом корпусе. Детали в металлическом корпусе должны[3] быть изолированы от смежных элементов, проводящих ток.
4.6. Область покрытия адгезивным материалом. Адгезивы не должны[4] мешать созданию качественного паяного соединения. Адгезивы при монтаже на поверхность должны[5] быть незаметны на контактной площадке. Адгезивы, то есть связующие вещества не должны контактировать с зоной вне пустотелого стеклянного элемента.
4.7. Монтаж деталь на деталь. Если сборочная документация / чертежи разрешают штабелирование деталей, то они должны[6] обеспечивать минимальный электрический зазор с другими деталями.
4.8. Разъемы и контактные зоны. Контактирующие поверхности разъемов или контактных зон, предназначенные для электрического соединения должны[7] быть свободны от загрязнений.
4.9. Обращение с деталями. С деталями должно[8] обращаться так, чтобы предотвратить повреждение выводов и необходимость в их последующем выпрямлении. Когда детали установлены на печатные платы, то с неспаянной сборкой должно обращаться, перемещать (вручную или на конвейере) так, чтобы не было смещений, препятствующих выполнению качественной пайки соединений. Когда детали установлены на паяльной пасте, то неспаянная сборка должна обрабатываться таким образом, чтобы детали не двигались по пасте и окончательная спаенная сборка отвечала требованиям по смещению, приведенным в разделе 7. После выполнения пайки и прежде, чем выполнять последующие операции, сборка должна быть тщательно остужена, чтобы припой затвердел.
4.9.1. Предварительный нагрев. Для других операций (не пайки вручную),сборки должны быть подогреты, чтобы уменьшить присутствие летучих растворителей до применения расплавленного припоя, а также, чтобы уменьшить термоудар, которому подвергаются платы и элементы, для улучшения потока припоя и сокращения времени выдержки припоя. Предварительный нагрев не должен[9] приводить к ухудшению характеристик печатных плат, элементов или пайки.
4.9.2. Регулируемое охлаждение. Может применяться регулируемое охлаждение. При этом замедление / ускорение процесса должно[10] проводиться в соответствии с утвержденной документацией.
4.9.3. Сушка / дегазация. Перед пайкой сборка может пройти обработку на предмет удаления нежелательной влаги и других летучих веществ.
4.9.4. Зажимные приспособления и материалы. Оборудование, приспособления, технологии, используемые для манипулирования печатными платами или удерживания деталей и элементов на платах

---

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[9] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[10] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект

на всех этапах пайки не должны[1] приводить к загрязнению, повреждению или ухудшению качеств печатных плат или элементов. Оборудование, приспособления, материалы или технологии должны быть пригодными для того, чтобы обеспечивать расположение элементов и позволить припою протечь через сквозные отверстия на контактные зоны.
4.10. Теплоотводы. При пайке элементов вручную к термочувствительным деталям для минимизайии их нагревания должен[2] быть присоединен теплоотвод между зоной пайки и самой паяемой деталью.
4.11 Машинная пайка (без оплавления припоя)
4.11.1. Управление работой станка. Изготовитель должен[3] разработать технологические процессы пайки и обеспечить корректную работу автоматической паяльной машины и вспомогательного оборудования.
Что касается паяльной машины, то в техпроцессах должны[3] быть как минимум указаны следующие данные – температура предварительного нагрева, методика нанесения флюса и покрытия, температура пайки, параметры контроля атмосферы (если применяется), скорость перемещения, частота замеров температур, частота анализа состава ванны с припоем.
Если хотя бы одна из выше указанных характеристик требует регулировки для выполнения операций с другой платой, то следует[3] указать номер чертежа или другой идентификационный параметр.
4.11.2. Ванная с припоем. Период выдерживания любой печатной платы в ванне с припоем должен[4] быть ограничен таким временем, чтобы не произошло ухудшение характеристик самой платы и элементов устанавливаемых на ней.
Температура ванны с припоем, зависящая от температуры используемого в качестве припоя сплава, должна[5] быть установлена заранее с допуском ±5ºC (±9ºF).
4.11.2.1. Поддержание чистоты ванны с припоем. Чистота ванны с припоем при машинной пайке печатных плат должна[6] поддерживаться в соответствии с пунктом 3.2.2. Окалину необходимо[6] убирать из ванны с припоем таким образом, чтобы окалина не контактировала с элементами подготовленными для пайки. Приемлемы ручная или машинная уборка окалины.
4.12. Пайка оплавлением
Изготовитель должен разработать и следовать технологическим процессам проведения пайки оплавлением, обеспечивающим корректное функционирование оборудования. Техпроцессы должны[7] как минимум включать следующую информацию – воспроизводимые временные / температурные диапазоны, методики нанесения флюса, паяльной пасты и покрытия, процедура сушки / дегазации (если требуется), процедура предварительного нагрева (если требуется), параметры контроля атмосферы (если требуется), процедура пайки оплавлением, процедура охлаждения (см 4.9.2). Эти операции могут составлять единую систему поточной технологической обработки или выполняться по отдельности последовательно.
4.13. Инвазивная пайка (с нанесением пасты в отверстия). Эти критерии применяются при пайке оплавлением соединений через сквозные отверстия.
Припой должен[8] наносится на сборку таким образом, чтобы паяемые через сквозные отверстия соединения соответствовали требованиям Таблицы 4-1.
4.14. Паяное соединение. Все паяные соединения должны иметь увлажнение и сцепление в месте, где припой смешивается с припаиваемой поверхностью. В целом паяные соединения должны быть гладкими. Засечки и царапины на паяном соединении не должны[9] ухудшать целостности соединения.
Ряд припоев, покрытий элементов и клемм, некоторые составы для лужения печатных плат, а также применение специальных процессов пайки (например, с медленным охлаждением крупногабаритных печатных плат)

Таблица 4-1 Приемлемость припоя, инвазивная пайка, поддерживаемые отверстия

критерии	Класс 1	Класс 2	Класс 3
A. пайка с вертикальной заливкой припоя[2]	Нет требований	75%	75%
B. Смачивание со стороны пайки	270º	270 º	330 º
C. Процент зоны, покрытой смоченным припоем со стороны пайки[3]	75%	75%	75%
D. Утолщение и смачивание на стороне, противоположной стороне пайки[3]	Нет требований	180 º	270 º
E. Процент зоны, покрытой смоченным припоем со стороны, противоположной стороне пайки	0	0	0

Примечание 1. Смоченный припой означает припой, наносимый в процессе пайки.
Примечание 2. 25% незаполненной высоты относится к вмятинам как со стороны пайки, так и с противоположной стороны.
Примечание 3. Относится к любой стороне, на которую была нанесена паяльная паста.

---

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект
[6] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[9] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

могут привести к образованию тусклого, матового, глянцевого, серого или шероховатого припоя, что является нормальным для таких материалов / технологий. Такие паяные соединения приемлемы

Смачивание не всегда можно увидеть по поверхности. Многие используемые припои демонстрируют контактный угол с подложкой от 0 до 90 градусов, что является нормой. Приемлемое паяное соединение должно иметь признаки смачивания и плотного сцепления в месте стыковки припоя с подложкой. Краевой угол припоя (припой / элемент и припой / вывод платы) не должен[1] превышать 90° (рис. 4-2А, В). В качестве исключения, паяное соединение вывода может иметь краевой угол более 90° (рис. 4-2 С, D), когда оно выполнено припоем, выступающим за край паяемой области.

Основное отличие между паяными соединениями, выполненными с помощью оловянно-свинцовыми припоями от соединений, выполненных с помощью бессвинцовых припоев, - по внешнему виду. Все остальные критерии, касающиеся паяного шва – аналогичны. Фотографии в Приложении Е демонстрируют приемлемые паяные соединения, выполненные различными припоями по различным техпроцессам.

Бессвинцовые и оловянно-свинцовые соединения могут выглядеть одинаково, но бессвинцовые соединения скорее будут иметь шершавую поверхность (зернистую или тусклую) или различные краевые углы.

4.14.1. Выступающий материал подложки. Выступание материала выводов или контактных площадок допустимо, при условии, что он не находится в зоне шва. К таким поверхностям, как правило, относятся (но этим не ограничивается) окончания выводов элементов, края и/или периферия контактных площадок печатных плат и проводников.

4.14.2. Чистовая обработка выступающих поверхностей. Допустимо производить чистовую обработку выступающих поверхностей выводов или контактных площадок при условии, что они не находятся в зоне шва.

4.14.3. Дефекты паяных соединений. Следующие условия должны[2] считаться дефектами паяного соединения:

а. трещины на паяном соединении.

б нарушенное паяное соединение

в Соединение холодной пайкой

г паяные швы, нарушающие требования о минимальных зазорах между электрическими элементами (например, перемычки-наплывы) или швы, касающиеся непосредственно самих элементов (кроме указанных в 7.6.7. и 7.6.8)

д швы, выполненные с нарушением критериев смачивания, см 4.14.

е. образование перемычек-наплывов между соединениями, кроме случаев, предусмотренных чертежом.

4.14.4. Частично видимые или скрытые паяные соединения.

Частично видимые или скрытые паяные соединения допустимы, при условии, что соблюдены следующие условия:

а. Чертеж разрешает наплыв припоя на любой припаиваемый элемент на контактной площадке паяемой стороны сборки (например, элемент PHT)

б. С каждой стороны паяемого соединения есть видимая зона монтируемого в отверстие элемента (или планарно-монтируемого элемента).

в техпроцесс контролируется таким образом, что обеспечивается надежность сборки.

5. Соединения проводов и клемм

5.1. Подготовка проводов и кабелей. Допустимо обесцвечивание изоляции в результате тепловой зачистки, однако, изоляция не должна[3] обугливаться. Химикаты для снятия покрытия химическим способом должны[3] использоваться только для одножильных проводов и должны быть нейтрализованы или удалены перед пайкой.

Количество поврежденных жил кабеля (с зарубками или сломанных) в одном проводе не должно[3] превышать величин, приведенных в таблице 5-1. За пределами изоляции не должно[4] быть переплетения жил. (рекомендации и требования по высоковольтным проводам см в1.13.2.3.)

5.1.1. Лужение многожильных проводов. Та часть многожильного провода, которая будет припаяна, должна[5] пройти лужение, если:

- провода будут подготавливаться для крепления к хвостовикам для пайки
- провода будут подготавливаться для сращивания (не путать с скручиванием).

Растекание припоя не должно[6] превышать подготовленной части провода, с тем, чтобы провод оставался гибким. Припой должен[5] ограничиваться луженой частью провода и проходить на внутренние жилы провода.

Многожильные провода не должны[5] подвергаться лужению, если:

- провода будут использоваться в выводах с намоткой
-провода будут использоваться в резьбовом крепеже
- провода будут использоваться для сращивания скручиванием
-провода будут использоваться в агрегате со стягиваемым под воздействием температуры припоем

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – допуск, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект
[6] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

Таблица 5-1 Предельное количество поврежденных жил в проводе

Количество жил	Максимально допустимое количество жил с зазубринами, царапинами, разрывами для класса 1, 2	Максимально допустимое количество жил с зазубринами, царапинами, разрывами для класса 3 для проводов, которые не будут лудить перед монтажом	Максимально допустимое количество жил с зазубринами, царапинами, разрывами для класса 3для проводов, который будут лудить перед монтажом
Менее 7	0	0	0
7-15	1	0	1
16-25	3	0	2
26-40	4	3	3
40-60	5	4	4
60-120	6	5	5
121 и более	6%	5%	5%

Примечание 1: В проводах с потенциалом 6Кв и больше поврежденных жил не должно быть.
Примечание 2: В проводах с магнитным покрытием внешние недостатки, которые не повреждают основной метал, не считаются повреждением жилы.

5.2. Паяные контакты. Нельзя[1] менять размер контактов и юбок изолятора, чтобы они соответствовали жилам увеличенного размера.
5.3. Монтаж раздвоенных, башнеобразных и щелевых контактных выводов.
5.3.1. Повреждение хвостовика. Хвостовик не должен[2] иметь никаких периферических трещин и расколов. Хвостовик контакта не должен иметь отверстий, трещин, расколов или иных повреждений, в которых могли бы задержаться масла, флюс, тонер или другие жидкости, используемые при обработке печатной платы.
5.3.2. Повреждение кромки. Вальцованная или расширяющаяся на конус область кромки должна[3] быть свободна от загрязнений, периферических трещин и расколов.
Вальцованная или расширяющаяся на конус область кромки не должна иметь более трех радиальных трещин или расколов, при условии, что они отстоят друг от друга на 90° и не распространяются на тело хвостовика (см рис. 5-1). Кромка не должна быть разбита, треснута или иметь иные повреждения, в которых могли бы задержаться масла, флюс, тонер или другие жидкости, используемые при обработке печатной платы.
5.3.3. Угол разделки расширяющейся кромки. Расширяющиеся кромки должны быть разделаны под углом от 35° до 120° и не выдаваться, более чем на 0,4мм (0,0157 дюйма) - 1,5мм (0,059 дюйма) за пределы контактной площадки. Должен[4] быть установлен минимальный электрический зазор и диаметр разделки не должен превышать диаметр контактной площадки (см рис 5-2).
5.3.4. Монтаж контактных выводов - механический аспект. Контактные выводы, не соединенные с печатной платой или земляным слоем, должны[5] иметь расширяющуюся на конус кромку (см рис 5-3).

[1] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект

5.3.5. Монтаж контактных выводов – электрический аспект. Выводы должны[1] монтироваться так, чтобы их расширяющиеся на конус кромки находились на неинтерфейсной стороне, при условии, что монтаж выполняется так, что расходящиеся на конус кромки располагаются на земляной стороне как показано на рис. 5-4А. Контактные выводы могут монтироваться и не через сквозные отверстия, при этом активная цепь располагается на верхней стороне, а развальцованная кромка на нижней стороне платы (см рис 5-4В).
5.3.6. Пайка контактных выводов. Контактные выводы, смонтированные в соответствии с 5.3. и припаянные к печатной плате через отверстия на весу или на неинтерфейсной стороне должны иметь хороший краевой угол как по отношению к кромке / буртику, так и к контактной площадке / проводящей плоскости. Паяное соединение должно[2] отвечать требованиям таблицы 5-2.

Таблица 5-2 Требования к пайке контактных выводов

критерии	Класс 1	Класс 2	Класс 3
А. скругленный угловой шов и край – сторона пайки платы	270°	270°	330°
В. Часть контактной площадки со стороны пайки платы покрыта припоем	75%	75%	75%

5.4. Соединение с контактными выводами.
5.4.1. Общие требования. Если иначе не оговорено, то требования к монтажу применимы как к проводам, так и к выводам элементов (см 5.1.)
5.4.1.1. Зачистка изоляции (С). Зазор (С) (рис. 5-5) между концом изоляции и паяным соединением не должен[3] приводить к замыканию или нарушению минимального электрического зазора между разными проводниками. Зазор между концом изоляции провода и зоной пайки таков:
А. Минимальный зазор: изоляция контактирует с зоной пайки, но не должна[4] препятствовать формированию зоны пайки. Контур провода на мете окончания изоляции должен быть четким.
Б. Максимальный зазор: Зазор должен[5] составлять два диаметра провода (с изоляцией) или 1,5мм (0,059дюйма), в зависимости от того, что больше.

---

[1] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – допуск, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект

5.4.1.2. Обслуживание контура. Подводящие провода должны[1] быть обрезаны и правильно расположены, то есть иметь небольшой запас в виде плавного изгиба, как показано на рис. 5-6. Изгиб должен быть достаточен для того, чтобы позволить провести минимум один ремонт в полевых условиях.
5.4.1.3. Уменьшение напряжения. Необходимо[2] обеспечить снятие напряжений для выводов элементов. Для проводов, подсоединенных к клеммам также необходимо[3] обеспечить снятие напряжений (см рис 5-7).
5.4.1.4. Ориентация выводов или монтаж проводов накруткой. Накрутку можно выполнять по часовой стрелке или против часовой стрелки (зависит от направления электрического напряжения). Вывод или провод должны[4] продолжать изгиб изоляции и не должны пересекаться с накруткой других проводов на клемме или идти внахлест друг с другом.
5.4.1.5. Обеспечение непрерывности. Непрерывный провод может идти от клеммы к клемме, если нужно соединить три и более раздвоенных, башнеобразных или пробитых клеммы (см рис 5-8). Изгиб должен[5] быть той частью провода-перемычки, которая не используется в накрутке, чтобы обеспечить снятие напряжений, возникающих в результате нагрузки от воздействия факторов окружающей среды. Следующие дополнительные требования должны[6] соблюдаться:
А. соединение к первой и последней клемме должно отвечать требованиям по накрутке.
Б. при прохождении промежуточных башнеобразных клемм провод должен накручиваться на каждую
В. При прохождении промежуточных раздвоенных клемм провод должен проходить через щелевое отверстие и контактировать с основанием клеммы или ранее прикрепленным проводом.
Г. При прохождении промежуточных пробитых / перфорированных клемм провод должен контактировать минимум с двумя несмежными контактными поверхностями.
5.4.1.6. Изоляционная оплетка (провода, припаянные к перфорированным, крюкообразным и чашеобразным клеммам). Если на провод, припаянный к перфорированной, крюкообразной или чашеобразной клемме, надета изоляционная оплетка, то она не должна[7] повреждаться, так как это может привести к замыканию и нарушению минимального электрического зазора с ближайшей цепью.
Оплетка должна быть одета плотно и выступать над изоляцией минимум на 6.0мм (0,236дюйма) или на два диаметра провода, в зависимости от того, что больше, а также выходить за клемму далеко за хвостовиком для пайки электрического соединителя.

---

[1] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – дефект. класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

5.4.1.7. Длина свободного вывода и провода. Концы выводов и проводов не должны выступать за клемму более, чем на один (1) диаметр вывода. Также должны[1] соблюдаться требования по минимальному электрическому зазору.
5.4.2. Раздвоенные и башнеобразные клеммы.
5.4.2.1. Накрутка проводов и выводов – башнеобразные клеммы и цилиндрические штифты. Провода и выводы должны быть механически закреплены на клеммах перед пайкой. Такое механическое закрепление должно предотвратить смещение между частями соединения во время пайки. Провода и выводы должны[2] иметь как минимум 180° контакт с клеммой Провода и выводы не должны[3] иметь контакт менее 90° с клеммой (см рис 5-9).
5.4.2.2. Концевая заделка проволоки малой толщины (AWG 30 и меньше). В качестве исключения требований 5.4.2.1. проволока с толщиной AGW 30 и меньше должна[4] накручиваться минимум один раз, но должно быть выполнено не более трех полных витков вокруг клеммы.
5.4.2.3. Побочное протрассированное соединение – раздвоенные клеммы.
Если это осуществимо, кроме провода шины, то провода должны располагаться по возрастанию, самым толстым снизу. Концы проводов и выводов могут выступать за основание клеммы при условии, что соблюдается минимальный электрический зазор. Крепления должны быть выполнены так, чтобы зазор между проводами и зазор между проводами и панелью с клеммами был минимальным, но соответствующим толщине изоляции проводов.
Для побочных соединений, накрученных на штифт клеммы, провод или вывод элемента должен[5] проходить через щелевое отверстие. Провода могут быть накручены или на штифт клеммы, пи условии, что обеспечивается положительный контакт провода хотя бы с одним краем штифта (см рис 5-10). Должен обеспечиваться положительный контакт провода с как минимум одной стороной штифта (рис 5-10) и минимум 90° контакт между проводом / выводом и клеммой. В качестве исключения в сборках класса 1 и класса 2 допускается прокладывать провода / выводы 0,75мм (0,0295дюйма) или толще прямо.
В таблице 5-3 приводятся критерии по креплению побочных соединений, которые не отвечают критериям минимальной накрутки. Провода или выводы должны[6] выходить за штифт клеммы и контактировать с ее основанием или с проводом, накрученным ранее.

Таблица 5-3. Требования по креплению побочных соединений, идущих прямо через раздвоенные клеммы.

Диаметр проволоки	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Все размеры			Дефект, если не закреплено
<0,75мм (0,0295 дюйма)[1]	Дефект, если не закреплено		
≥0,75мм (0,0295 дюйма)[1]	Допустимо, если не закреплено	Является индикатором процесса, если не закреплено	

Примечание 1: аналогично для AWG22

5.4.2.4. Верхние и нижние протрассированные соединения. Нижний провод цепи замыкания маршрута должен быть накручен на основание клеммы или ее штифт минимум с 90° изгибом (см рис 5-11). Изоляция провода не должна[7] заходить на основание штифта клеммы. Если конструкция предусматривает наличие верхних проводов цепи замыкания маршрута, идущих к раздвоенным клеммам, то провода должны[7] прокладываться прямо между штырями клеммы. Оставшееся место между штырями должно быть заполнено тем же проводом, сложенным вдвое, или дополнительным проводом (см рис 5-11).

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект

5.4.3. Клемма с желобком. Клеммы с желобком должны[1] заделываться выводом/проводом, который выступает за клемму без накрутки. Конец вывода / провода должен[1] быть виден со стороны выхода клеммы и не должен[2] нарушать требования по минимальному электрическому зазору. Припой должен[2] закрывать как минимум 100% вывода / провода, который контактирует с клеммой. Припой может полностью заполнять желобок.
5.4.4. Крюкообразная клемма.
А. Провод(а) должен[3] быть накручен минимум под 180°
Б. Провод(а) не должен[3] приближаться ближе, чем на один диаметр провода к концк крюка.
В. Провод(а) должен быть в дуговой части крюка (см рис 5-12)
Г. На элементах с крюкообразными клеммами провода должны[4] располагаться от основания клеммы минимум на два диаметра вывода или 1,0мм (0,039дюйма), в зависимости от того, что больше.
5.4.5. Перфоированные клеммы. Для выполнения межсоединений через единичную клемму провод(а) должен[5] пройти через ушко и быть в контакте с двумя несмежными сторонами клеммы, или должен быть накручен на клемму под минимум 90° (см рис 5-13).
В конструкциях, согласованных с пользователем, в которых выполняется провешивание / проводное соединение , провод(а), пристыкованные к перфорированным клеммам должны[5] контактировать минимум по двум поверхностям клеммы.
5.4.6. Чашеобразные и полые цилиндрические клеммы. Жилы любого кабеля должны[6] отвечать требованиям 5.1. Провод или провода должны[7] полностью погружаться в чашу клеммы.
5.5. Пайка клемм. Припой должен[8] соединять провод / вывод и клемму. Выводы с накруткой в 180° и более должны[8] демонстрировать признаки хорошей стыковки минимум на 75% от минимальной требуемой области накрутки. Концевая заделка с проводами, походящими без накрутки или с накруткой менее 180°, должны демонстрировать 100%стыковку вывода с контактной площадкой клеммы.
5.5.1. Клеммы башнеобразные и с цилиндрическим штифтом. Смоченный припой на контактной площадке провод / штифт должен[9] соответствовать таблице 5-4.

Таблица 5-4. Требования к высоте припоя при стыковке провод / штифт

	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Оседание припоя между штифтом и выводом / проводом не более	50%		25%

[1] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – допуск, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – допуск, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[9] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

5.5.2. Чашеобразные и полые цилиндрические клеммы.
А. Угол должен[1] быть сформирован по поверхностям контакта провода и клеммы.
Б. Припой должен[2] заполнять минимум 75% клеммы.
В. Скопление припоя на внешней стороне чаши не должно влиять на форму, посадку или функционирование.
Г. Смоченный припой должен[1] покрывать всю внутреннюю поверхность клеммы.
Д. Припой должен[1] быть видимым через смотровое отверстие и может слегка подниматься над им. Припой может переполнять чашу.
6. Штырьковый монтаж и концевая заделка.
6.1. Штырьковый монтаж – общая информация. Элементы с аксиальным выводом при горизонтальном монтаже на поверхность платы следует приблизительно центрировать между монтажными отверстиями. Элемент должен контактировать с поверхностью платы всей своей длиной. Максимальное расстояние между элементом и платой не должно[3] превышать 0,7мм (0,028дюйма). Элементы, устанавливаемые не на плату, должны[4] быть приподняты минимум на 1,5мм (0,059дюйма). Элементы, устанавливаемые без подложки, должны[4] иметь места под формованные выводы на поверхности платы, или иные механические опоры.
Элементы с аксиальными выводами при вертикальном монтаже без подложки должны[4] устанавливаться на места под формованные выводы или на другие механические опоры. Элементы с аксиальными выводами при вертикальном монтаже на подложке должны[4] отвечать требованиям по высоте элемента (от платы до элемента или наплавленного валика сварного шва) в соответствии с размерами, определенными пользователем.
6.1.1. Формовка выводов. Выводы деталей и элементов должны быть выполнены так, чтобы не допустить блокировки или удерживающего изгибания перед сборкой или установкой. Запайки выводов, сварные швы, внутренние соединения с элементами не должны[5] повреждаться при формовке выводов.
Выводы должны[6] выступать минимум на один диаметр вывода или его толщину, но не менее, чем на 0,8мм (0,031дюйма) от поверхности элемента или сварного шва перед радиусом изгиба (см рис 6-1).
Радиус изгиба выводов должен соответствовать величинам, приведенным в таблице 6-1.
Примечание: Измерение выполняется с конца детали (конец детали определяется вместе с покрытием, запайкой вывода, наплавленным валиком металла или иного выступа).

Таблица 6-1 Радиус изгиба вывода

Диаметр вывода	Минимальный радиус изгиба (R)
Менее 0,8мм (0,031дюйма)	1 диаметр / толщина
0,8 – 1,2мм (0,031 – 0,047дюйма)	1,5 диаметра / толщины
Более 1,2мм (0,047дюйма)	2 диаметра / толщины

6.1.2. Допуски по деформации выводов. Выводы не должны[7] иметь зазубрин и быть деформированными более чем на 105 диаметра, ширины или толщины вывода, кроме разрешенных случаев, касающихся плоских выводов (см 7.1.4.). Выступание металла основания допустимо при условии, что это не препятствует формовке приемлемого паяного соединения.
6.1.3. Требования по заделке вывода. Выводы элементов в отверстиях с подложкой могут быть заделаны сквозным монтажом с (частичным) зажимом. Зажим должен быть достаточным для того, чтобы обеспечить механическое закрепление для процесса пайки. Направление зажима для каждого соединения произвольно. Двухрядно расположенные штырьковые выводы должны иметь минимум два диагонально расположенных штырька, частично выгнутых наружу. Выводы, заделанные без подложки по классу 3, должны[8] зажиматься минимум под 45°.
Если вывод или провод зажат, то вывод должен иметь угол отекания в зоне зажима. Внешний контур вывода должен быть различим в паяном соединении.

[1] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 – идентификатор процесса
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[6] Класс1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект

Выводы из закаленного металла не должны[1] быть (полностью) зажаты при заделке.
Выступание вывода не должно[1] нарушать требования по минимальному электрическому зазору. Вывод должен[1] выступать на величину, указанную в таблице 6-2 (монтаж без подложки) и в таблице 6-3 (монтаж на подложке).

Таблица 6-2 Выступание выводов для монтажа без подложки

	Класс 1	Класс 2	Класс 3
(L) min	В припое различим конец		Достаточен для зажима
(L) max[1]	Нет угрозы КЗ[2]		

Примечание 1. Выступ вывода не должен превышать 2,5мм (0,0984дюйма), если есть возможность нарушения требования по минимальному электрическому зазору, повреждения паяного соединения в результате отклонения вывода или проникновения в защиту в результате манипуляций или при эксплуатации.
Примечание 2. См. 6.2.1

Таблица 6-3. Выступание выводов для монтажа на подложке.

	Класс 1	Класс 2	Класс 3
(L) min	В припое различим конец[1]		
(L) max[2]	Нет угрозы КЗ	2,5мм (0,0984дюйма)	1,5мм (0,0591дюйма)

Примечание 1.На платах толще 2,3мм (0,0986дюйма) с элементами, имеющими определенную длину выводов, например, двухрядными корпусами, розетками, разъемами, как минимум бортик элемента или вывода должен быть заделан заподлицо по отношению к поверхности платы, но конец вывода не должен быть виден в последующем паяном соединении.
Примечание 2. Вывод не должен выступать более, чем на 2,5мм (0,0984дюйма), если есть возможность нарушения требования по минимальному электрическому зазору, повреждения паяного соединения в результате отклонения вывода или проникновения в защиту в результате манипуляций или при эксплуатации.

На выводы разъемов не распространяется требование к максимальной длине, при условии, что на более высоком уровне сборке не нарушается минимальное электрическое расстояние.
6.1.4. Выравнивание выводов. Выводы можно выровнять после пайки, при условии, что режущий инструмент не повреждает элемент или паяное соединение в результате механического удара Закаленные выводы не выравнивают[2], если специально не указано на чертеже.
Когда рихтовка выводов осуществляется после пайки, то нужно[3] либо выполнить повторную пайку оплавлением припоя, либо провести визуальную проверку при 10-кратном увеличении, с целью подтверждения того, что паяное соединение не было повреждено (например, в нем не образовались трещины) или деформировано. Если производят повторную пайку оплавлением припоя, то эта операция считается частью технологического процесса, а доработкой. Данное требование не распространяется на элементы, имеющие специальные выводы, часть которых удаляется после пайки (например, соединения с отрывными стяжками).
6.1.5. Интерфейсные соединения. Отверстия без подложки с выводами или металлизированные монтажные отверстия, не предназначенные для массовой пайки и используемые для интерфейсных разъемов не нужно заполнять припоем. Металлизированные монтажные отверстия с временной или постоянной заглушкой, используемые для интерфейсных соединений не заполняют припоем.
6.1.6. Покрытие выемки припоем. Для класса 1 и 2, являющихся исключением Таблиц 6-4 и 6-5, в которых дается информация для отверстий с / без подложки, на стороне пайки выемка может быть закрыта припоем, но со стороны припоя должен[4] быть виден 360° краевой угол и никакого видимого покрытия выемки в паяном соединении. Паяные соединения должны[5] отвечать требованиям таблиц -4 и 6-5, соответственно.
6.2. Отверстия для монтажа без подложки.
6.2.1. Требования к заделке выводов при монтаже без подложки. Выступание выводов для монтажа без подложки должно[6] соответствовать требованиям таблицы 6-2. Припой должен[6] отвечать требованиям таблицы 6-4.

Таблица 6-4. Минимальные условия приемки – монтаж выводов элементов в отверстия без подложки[1]

критерии	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Процент контактной площадки, покрытой смоченным припоем[2]	75%	75%	755
Краевой угол вывода и площадки	270°	270°	330°

Примечание 1. Смоченный припой означает припой, применяющийся во время процесса пайки.
Примечание 2. Это относится к любой стороне на которую наносится припой.

6.3. Отверстия для монтажа с подложкой
.3.1. Нанесение припоя. Припой должен[7] наноситься только на одну сторону платы со сквозными отверстиями Нагреву могут одновременно подвергаться обе стороны платы.
6.3.2 Пайка выводов в сквозных отверстиях При пайке выводов в сквозных отверстиях целью является 100% заполнение отверстий припоем и образование хороших краевых углов сверху и снизу Паяное соединение должно[8] иметь признаки хороших краевых углов, а заполнение отверстий припоем должно соответствовать требованиям таблицы 6-5 и рис.6-2, причем припой должен[8] быть нанесен на всю стенку
Исключением к требованиям по заполнению по классу 2, приводимыми в таблице 6-5, являются металлизированные сквозные отверстия, соединенные с тепловыми платами или проводящими шинами, выполняющими роль теплоотводов. В этом случае разрешается 50% вертикальное заполнение припоем, но при этом припой должен распространяться вокруг вывода на 360° со 100% краевым углом в соответствии с требованиями таблицы 6-5.

---

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[7] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

Таблица 6-5. Минимальные условия приемки – монтаж выводов элементов в отверстия с подложкой[1]

	критерии	Класс 1	Класс 2	Класс 3
А.	Краевой угол по окружности со стороны пайки на выводе и цилиндрической полости	Не определено	180°	270°
Б	Вертикальное заполнение припоем[3, 4]	Не определено	75%	75%
В	Буртик по окружности и краевой угол со стороны припоя на выводе и цилиндрической полости[2].	270°	270°	330°
Г	Процент покрытия расплавленным припоем контактной площадки на стороне пайки	0	0	0
Д	Процент покрытия расплавленным припоем контактной площадки на стороне припоя	75%	75%	75%

Примечание 1. Смоченный припой означает припой, используемый в процессе пайки в том числе и при инвазивной пайке.
Примечание 2. Касается любой стороны, на которую наносится припой или паяльная паст.
Примечание 3. 25% незаполненной высоты включает оседание, как со стороны пайки, так и со стороны припоя.
Примечание 4. Класс 2 может иметь менее 75% вертикального заполнения, как указано в 6.3.2. \

Примечание: В некоторых случаях нестопроцентное заполнение не допустимо (например,тепловой удар). Пользователь отвечает за определение таких ситуаций и выдачу сведений по ним изготовителю.

7. Монтаж элементов на поверхность.
7.1. Формовка выводов элементов, монтируемых на поверхность. Выводы должны[1] быть сформованы так, чтобы пломба вывод / корпус не была нарушена или повреждена (см рис 7-1 и 7-2). Если формовка выводов требуется при сборке, то выводы должны[2] быть отрихтованы так, чтобы оставался вывод минимальной длины для обеспечения контакта с ламелью, как указано в таблице 7-1.
Выводы монтируемых на поверхность элементов должны[1] быть сформованы в окончательной конфигурации до пайки.
Примечание: При наличии сложных условий нагружения, например, при несоответствии коэффициента теплового расширения или наличии тяжелых условий эксплуатации, необходимо уделить особое внимание минимальной длине контакта.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

Таблица 7-1 минимальная длина выводов при их формовке для монтажа элементов на поверхность

А. Одна ширина вывода для плоских выводов
Б. Две ширины выводов для штампованных выводов
В. Два диаметра выводов для круглых выводов

7.1.1 Предельно допустимая деформация. Формуются ли выводы вручную, машинным образом или штампуются, детали не должны[1] монтироваться, если вывод детали или элемента имеет зазубрины или деформация превышает 10% диаметра, ширины или толщины вывода, кроме плоских выводов (см. 7.1.4.). Выступающий материал основания допустим, если деформация не превышает 10% диаметра, ширины или толщины вывода.
Деформация вывода (непреднамеренное изгибание) допустим, при условии, что:
А. нет[1] признаков КЗ
Б. пломба вывод / корпус не повреждены[1] в результате деформации
В. Нет[1] нарушений требований по минимальному электрическому зазору
Г. Верхняя часть вывода не должна выступать над корпусом элемента, кроме контуров под нагрузкой.
Д. при наличии зажима на концах, он не должен превышать двойную толщину вывода.

7.1.2. Параллельность плоских корпусов. Выводы на противоположных сторонах монтируемых на поверхности плоских корпусов должны формоваться так, чтобы непараллельность между базовой поверхностью элемента и поверхностью печатной платы (то есть, скошенным краем элемента) была минимальной. Скошенный край элемента допустим, однако, окончательная конфигурация не должна выходить за допуск в 2,0мм (0,0787дюйма) (см рис 7-1).
7.1.3. Изгибы вывода монтируемого на поверхности устройства. Изгиб не должен[2] заходить на пломбу.
Радиус изгиба вывода должен[3] быть ≥ 1Т где Т = номинальная толщина вывода / диаметр (см рис 7-1).
Выводы должны[2] иметь опору на этапе формовки, чтобы обеспечивалась защита пломбы вывод / корпус.
7.1.4. Плоские выводы. Элементы с аксиальными выводами с круглым поперечным сечением могут быть расплющены (проштампованы) для лучшей посадки при монтаже на поверхности. Если производится уплощение, то толщина не должна[4] быть менее 40% начального диаметра. На расплющенные области выводов не распространяется требование по 10% деформации, приводимое в пункте 7.1.1.
7.1.5. Корпуса с двухрядным расположением выводов. Корпуса с двухрядным расположением выводов могут быть смонтированы на поверхности, при условии, что выводы имеют конфигурацию, соответствующую требованиям монтажа элементов на поверхности плат.
7.1.6. Детали, не предназначенные для монтажа на поверхности. Элементы для монтажа в отверстия (например, транзисторы, металлические силовые агрегаты, и другие элементы с неаксиальными выводами) не должны[5] монтироваться на поверхности, если выводы не сформованы так, чтобы соответствовать требованиям по деталям для установки на поверхности.
7.2. Элементы с составными частями, наплавленными снаружи. Элементы с частями, наплавленными снаружи (такие как бескорпусные резисторы) должны[6] монтироваться так, чтобы поверхность с дополнительным элементом не прилегала к печатной плате или подложке.
7.3. Зазоры между корпусом элемента с выводом и платой. Максимальный зазор между нижней частью корпуса элемента с выводом и печатной схемой должен быть 2мм (0,078дюйма). Детали, изолированные от схемы или располагающиеся над поверхностью, где не проходит схема, могут монтироваться заподлицо. Неизолированные детали, монтируемые над открытой схемой должны[7] иметь выводы, сформованные так, чтобы обеспечивать 0,25мм (0,00984дюйма) между нижней частью элемента и схемой.
7.3.1. Элементы с аксиальными выводами. Корпус монтируемого на поверхности элемента с аксиальными выводами не должен располагаться над поверхностью печатной платы выше, чем на 2мм (0,078дюйма), если элемент механически не крепится на подложку с помощью клея или других механических средств (см рис 7-1).
7.4. Детали для соединения встык. Детали продукции класса 1 и класса 2 могут иметь конфигурацию для монтажа на поверхности встык. Элементы со штырьками для установки в отверстия, доработанные для соединения встык, или модули с двусторонними жесткими выводами (например, сплав 42, паяные или закаленные выводы и проч.) могут монтироваться встык. Монтаж встык не допускается[8] для продукции класса 3.
7 5. Удерживание смонтированных на поверхности выводов в напряженном состоянии. Выводы устройств, смонтированных на поверхности не должны[9] находиться под напряжением (например, с помощью щупа) во время отвердевания припоя, чтобы не осталось остаточного напряжения.
Система сопротивления оплавлению не должна[9] приводить к искривлению вывода более, чем на две толщины вывода.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[3] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[6] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 – идентификатор процесса
[7] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[9] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект

7.6. Требования к пайке. Паяные соединения на элементах, предназначенных для монтажа на поверхность должны[1] соответствовать условиям пункта 4.14 и не должны[1] иметь дефектов, описанных в пункте 4.14 3., и отвечать условиям пунктов 7.6.3 – 7.6.16. (см таблицу 7-2).
7.6.1 Смещенные элементы. Некоторые элементы, смонтированные на поверхности выровняются сами в результате пайки оплавлением, но допустимая степень смещения приводится в таблицах 7-3 – 7-16. Однако, требование по минимальному электрическому зазору не должно[2] нарушаться.
7.6.2. Неустановленные и специальные требования. Некоторые размеры, например толщина припоя, не проверяются и определяются только по записям.
Размер (G) определяет валик припоя от верха контактной площадки до нижней части паяного соединения. Размер (G) – это первичный параметр при определении надежности паяного соединения элементов, не имеющих выводов. Предпочтительно иметь большую толщину (G). Дополнительная информация, касающаяся надежности монтируемых на поверхности соединений имеется в IPC-D-279, IPC-SM-785, IPC-9701.

Таблица 7-2. Элементы, монтируемые на поверхности.

Выводы, располагающиеся только снизу	7.6.1
Выводы с прямоугольным или квадратным окончанием	7.6.4
Цилиндрические выводы с наконечником (MELF)	7.6.5
Коронообразные (зубчатые) выводы	7.6.6
Ленточные выводы, L-образные выводы и выводы типа «чайка»	7.6.7
Закругленные или расплющенные выводы	7.6.8
J-образные выводы	7.6.9
Стыковое соединение	7.6.10
Выводы на плоских лапках	7.6.11
Высокие элементы, имеющие только нижние выводы	7.6.12
Г-образные ленточные выводы, направленные внутрь	7.6.13
Корпуса с матричным расположением выводов для монтажа на поверхности	7.6.14
Квадратные плоские корпуса без выводов (QFNL)	7.6.15
Элементы с выводами, располагающимися снизу на термальной плоскости	7.6.16

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.3. Выводы, располагающиеся только снизу. Дискретные бескорпусные компоненты, кристаллодержатели без выводов и другие приспособления, имеющие металлизированные окончания только с нижней стороны (кроме матриц с шариковыми выводами) должны[1] отвечать требованиям по размерам, приводимым в таблице 7-3 и на рис. 7-3 для каждого класса продукции. Ширина элемента и контактной площадки обозначаются W и P, также описываются условия нависания меньшего края над большим

Таблица 7-3. Критерии размерности – выводы, располагающиеся только снизу.

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W) или 50% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.		25% (W) или 25% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.
Нависание конца	B	Не допускается		
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W) или 50% (P), в зависимости от того, что меньше		75% (W) или 75% (P), в зависимости от того, что меньше
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 3		
Максимальная высота припоя	E	Примечание 3		
Минимальная высота припоя	F	Примечание 3		
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Минимальное перекрытие концов	J	Требуется		
Длина заделки	L	Примечание 2		
Ширина контактной площадки	P	Примечание 2		
Ширина заделки	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.4. Выводы с прямоугольным или квадратным окончанием – заделка с 1 ,3 или 5 сторон.
Эти критерии относятся к таким типам элементов как бескорпусный резистор, бескорпусный конденсатор, цилиндрический вывод с квадратным наконечником (MELF).
Паяные соединения с элементами с выводами квадратной или прямоугольной формы должны соответствовать требованиям по размерам припою, приведенным в таблице 7-4 и на рис. 7-4 для каждого класса продукции. Для односторонней заделки паяемая сторона является вертикальным торцом элемента.

Таблица 7-4 Критерии размерности – Бескорпусные элементы - Выводы с прямоугольным или квадратным окончанием – заделка с 1 ,3 или 5 сторон.

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W) или 50% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.		25% (W) или 25% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.
Нависание конца	B	Не допускается		
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W) или 50% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 5		75% (W) или 75% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 5
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 3		
Максимальная высота припоя	E	Примечание 4		
Минимальная высота припоя	F	Очевидно наличие краевого угла на вертикальной поверхности (поверхностях) вывода элемента. Примечание 6		(G) + 25% (H) или (G) +0,5мм (0,02 дюйма), в зависимости от того, что меньше. Примечание 6
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Высота заделки	H	Примечание 2		
Минимальное перекрытие концов	J	Требуется		
Ширина контактной площадки	P	Примечание 2		
Ширина заделки	W	Примечание 2		
		Боковой монтаж, Примечания 7,8		
Отношение ширины к высоте		Не превышает 2:1		
Краевой угол на наконечнике и контактной площадке		100% краевой угол между для металлизации контактной площадки и конца		
Минимальное перекрытие концов	J	100%		
Максимальное нависание стороны	A	Не допускается		
Нависание конца	B	Не допускается		
Максимальный размер элемента		Нет ограничений		1206
Заделываемые торцы		Три и более		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Максимальный припой может нависать над контактной площадкой или заходить на покрытие металлизации в верхней части наконечника; однако, в верхней части припой не распространяется на сам элемент.
Примечание 5. (С) измеряется от самой узкой точки припоя
Примечание 6. Конструкции с межслойными отверстиями могут не соответствовать этим критериям. Критерии приемки пайки должны определяться пользователем и изготовителем
Примечание 7. Эти критерии распространяются на бескорпусные элементы, которые могут перевернуться (повернуться) на узкую сторону при сборке.
Примечание 8. Эти критерии не распространяются на монтаж некоторых высокочатотных / вибрационных приборов.

7.6.5 Цилиндрические выводы с наконечником (MELF). Паяные соединения с элементами, имеющими цилиндрические выводы с наконечником, должны[1] соответствовать требованиям по размерам и припою, приводимыми в таблице 7-5 и на рис. 7-5 для каждого класса продукции.

Таблица 7-5. Критерии размерности - Цилиндрические выводы с наконечником (MELF)

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	25% (W) или 25% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.		
Нависание конца	B	Не допускается		
Минимальная ширина соединения встык, Примечание 2	C	Примечание 4	50% (W) или 50% (P), в зависимости от того, что меньше	
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечания 4,6	25% (R) или 25% (S), в зависимости от того, что меньше, Примечание 6	75% (R) или 75% (S), в зависимости от того, что меньше, Примечание 6
Максимальная высота припоя	E	Примечание 5		
Минимальная высота припоя (конец и сторона)	F	Очевидно наличие краевого угла на вертикальной поверхности (поверхностях) вывода элемента. Примечание 7	(G) + 25% (W) или (G) +1.0мм (0,0394 дюйма), в зависимости от того, что меньше. Примечание 7	
Толщина припоя	G	Примечание 4		
Минимальное перекрытие концов	J	Примечания 4,6	50%(R) Примечание 6	75%(R) Примечание 6
Ширина контактной площадки	P	Примечание 3		
Длина заделки / плакирования	R	Примечание 3		
Длина контактной площадки	S	Примечание3		
Диаметр концевой заделки	W	Примечание 3		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. (С) измеряется от самой узкой точки припоя
Примечание 3. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа
Примечание 4. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 5. Максимальный припой может нависать над контактной площадкой или выдаваться в верхней части вывода элемента; однако, припой не распространяется на сам элемент.
Примечание 6. Не распространяется на элементы, имеющими только концевую заделку.
Примечание 7. Конструкции с межслойными отверстиями могут не соответствовать этим критериям. Критерии приемки пайки должны определяться пользователем и изготовителем.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7 6.6. Коронообразные (зубчатые) выводы. Соединения с зубчатыми выводами должны[1] соответствовать размерам и требованиям к припою, приведенным в таблице 7-6 и на рис. 7-6 для каждого класса продукции.

Таблица 7-6 Критерии размерности – зубчатые выводы.

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W) Примечание 1.		25% (W), Примечание 1.
Нависание конца	B	Не допускается		
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W)		75% (W)
Минимальная длина стенки соединения, Примечание 4	D	Примечание 3	Глубина зубца	
Максимальная высота припоя	E	G + H		
Минимальная высота припоя	F	Примечание 3	(G) + 25% (H)	(G) + 50% (H)
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Высота зубца	H	Примечание 2		
Длина контактной площадки	S	Примечание 2		
Ширина зубца	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Длина D от высоты припоя F.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.7 Ленточные выводы, L-образные выводы и выводы типа «чайка». Соединения, выполняемые с ленточными, L-образными выводами или выводами типа «чайка» из гибких или жестких материалов, должны[1] соответствовать требованиям по центровке и припою, указанными в таблице 7-7 и на рис 7-7 для каждого класса продукции.
Ниже, словосочетание «пластмассовая деталь» употребляется в общем смысле для различения пластмассовых элементов и элементов, выполненных из других материалов, например, керамоалюминия или металла обычно герметично заделанные).

Таблица 7-7 – Критерии размерности - Ленточные выводы, L-образные выводы и выводы типа «чайка»

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W) или 0,5мм (0,02дюйма), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.		25% (W) или 0,5мм (0,02дюйма), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.
Нависание мыска	B	Примечание 1		
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W)		75% (W)
Минимальная длина стенки соединения, Примечание 6 — При (L) ≥3Вт	D	(1W) или 0,5мм (0,02дюйма), в зависимости от того, что меньше	3(W) или 75% в зависимости от того, что длиннее	
Минимальная длина стенки соединения, Примечание 6 — При (L) <3Вт	D		100% (L)	
Максимальная высота припоя на опорном участке	E	Примечание 4		
Минимальная высота припоя на опорном участке	F	Примечание 3	(G) + 50% (T) Примечание 5	(G) + (T) Примечание 5
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Длина сформованной лапки	L	Примечание 2		
Толщина вывода	T	Примечание 2		
Ширина вывода	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Припой может выступать сверху изгиба. Припой не касается корпуса или концевого уплотнения, кроме пластмассовых ИС в корпусе типа SO и малогабаритных корпусов. Припой не должен выступать под корпусом компонентов, монтируемых на поверхности, у которых выводы выполнены из сплава 42 или аналогичного металла.
Примечание 5. В случае конструкции с мыском, минимальная высота припоя на опорном участке (F) должна доходить до середины изгиба вывода.
Примечание 6. Выводы для мелких модулей требуют минимальной длины стороны припоя 0,5мм (0,02дюйма).

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.8. Закругленные или плоские (расплющенные) выводы. Соединения, сформированные на закругленных или расплющенных выводах должны[1] отвечать требованиям по размерам и припою, приведенным в таблице 7-8 и на рис. 7-8 для каждого класса продукции.

Таблица 7-8 Критерии размерности - Закругленные или плоские (расплющенные) выводы

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W) или 0,5мм (0,02дюйма), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.		25% (W) или 0,5мм (0,02дюйма), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1.
Нависание мыска	B	Примечание 1		
Минимальная ширина соединения встык	C	Примечание 3		75% (W)
Минимальная длина стенки соединения	D	100% (W)		150% (W)
Максимальная высота припоя на опорном участке	E	Примечание 4		
Минимальная высота припоя на опорном участке	F	Примечание 3	(G) + 50% (T) Примечание 5	(G) + (T) Примечание 5
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Длина сформованной лапки	L	Примечание 2		
Минимальная высота шва	Q	Примечание 3	(G) + 50% (T)	
Толщина вывода со стороны шва	T	Примечание 2		
Ширина плоского вывода или диаметр закругленного вывода	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Припой может выступать сверху изгиба. Припой не касается корпуса или концевого уплотнения, кроме пластмассовых ИС в корпусе типа SO и малогабаритных корпусов. Припой не должен выступать под корпусом компонентов, монтируемых на поверхности, у которых выводы выполнены из сплава 42 или аналогичного металла.
Примечание 5. В случае конструкции с мыском, минимальная высота припоя на опорном участке (F) должна доходить до середины изгиба вывода.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.9. J-образные выводы. Соединения, выполняемые на J-образных выводах должны[1] соответствовать требованиям по размерам и припою, указанным в таблице 7-9 и на рис. 7-9 для каждого класса продукции.

Таблица 7-9 Размерные критерии - J-образные выводы

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W), Примечание 1.		25% (W), Примечание 1.
Максимальное нависание мыска	B	Примечания 1,2		
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W)		75% (W)
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 3		150% (W)
Максимальная высота припоя	E	Примечание 4		
Минимальная высота припоя	F	(G) + 50% (T) Примечание 5		(G) + (T) Примечание 5
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Толщина вывода	T	Примечание 2		
Ширина вывода	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Припой не касается основания корпуса.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.10. Стыковое соединение (не допускается для продукции класса 3). Стыковые соединения с выводами, расположенными перпендикулярно контактной площадке схемы, должны[1] соответствовать требованиям по размерам и припою, указанным в таблице 7-10 и на рис 7-10 для каждого типа продукции.

Таблица 7-10. Критерии размерности – стыковые соединения (не допускается для продукции класса 3).

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W), Примечание 1.		Не допускается
Максимальное нависание мыска	B	Не допускается		
Минимальная ширина соединения встык	C	75% (W)		
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 2		
Максимальная высота припоя	E	Примечание 4		
Минимальная высота припоя	F	0,5мм (0,0197дюйма)		
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Толщина вывода	T	Примечание 2		
Ширина вывода	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Максимально припой может доходить до радиуса изгиба. Припой не касается основания корпуса.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.11. Выводы на плоских лапках. Соединения с рассеивателями тепла, имеющими выводы на плоских лапках, должны[1] соответствовать требованиям по размерам, приведенным в таблице 7-11 и на рис. 7-11.

Таблица 7-11. Размерные критерии – выводы на плоских лапках.

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W), Примечание 1.	25% (W), Примечание 1.	Не допускается
Максимальное нависание мыска	B	Примечание 1	Не допускается	
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W)	75% (W)	(W)
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 3	(L) – (M), Примечание 4	
Максимальная высота припоя	E	Примечание 2		(G) + (T) + 1,0мм (0,039дюйма)
Минимальная высота припоя	F	Примечание 3		(G) + (T)
Длина вывода	L	Примечание 2		
Максимальный зазор	M	Примечание 2		
Ширина контактной площадки	P	Примечание 2		
Толщина вывода	T	Примечание 2		
Ширина вывода	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Там, где лапка должна быть припаяна под основанием корпуса и для этого специально есть контактная площадка, то краевой угол вывода должен быть указан в графе «зазор М ».

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.12. Высокие элементы, имеющие только нижние выводы. Соединения, выполняемые с высокими элементами (то есть у которых высота более чем в два раза больше ширины или толщины, в зависимости от того, что меньше), имеющими только нижние выводы, должны[1] отвечать требованиям по размерам, указанным в таблице 7-12 и на рис 7-12. Если высота элемента превышает его толщину, то его нельзя использовать в изделиях, которые будут подвергаться вибрации и/или ударным нагрузкам. В таких случаях должен использоваться подходящий клей для усиления монтажа элемента.

Таблица 7-12 Критерии размерности - Высокие элементы, имеющие только нижние выводы

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W), Примечание 1, 4	25% (W), Примечание 1, 4	Не допускается, Примечание 1, 4
Максимальное нависание конца	B	Примечание 1, 4	Не допускается	
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W)	75% (W)	(W)
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 3	50% (S)	75% (S)
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Длина контактной площадки	S	Примечание 2		
Ширина вывода	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3 Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Будучи функциональной характеристикой конструкции элемента вывод не должен выступать за край элемента, а основание корпуса может нависать над контактной площадкой печатной платы. Область пайки элемента не нависает на контактной площадкой платы.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.13. Г-образные ленточные выводы, направленные внутрь. Соединения, выполняемые с элементами, имеющими Г-образные ленточные выводы, направленные внутрь, должны[1] отвечать требованиям по размерам и припою, указанным в таблице 7-13 и на рис. 7-13.

Таблица 7-13. Критерии размерности - Г-образные ленточные выводы, направленные внутрь[5]

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W), Примечание 1,5		25% (W) или 25% (P), в зависимости от того, что меньше, Примечание 1, 5
Максимальное нависание мыска	B	Примечание 1	Не допускается	
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W)		75% (W) или 75% (P) в зависимости от того, что меньше
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 3	50% (L)	75% (L)
Максимальная высота припоя	E	(H) + (G), Примечание 4		
Минимальная высота припоя, Примечание 5, 6	F	Очевидно наличие краевого угла на вертикальной поверхности (поверхностях) при концевой заделке элемента.	(G) + 25% (H) или (G)+ 0,5мм (0,0197дюйма), в зависимости от того, что меньше	
Толщина припоя	G	Примечание 3		
Высота вывода	H	Примечание 2		
Минимальное увеличение контактной площадки	K	Примечание 2		
Длина вывода	L	Примечание 2		
Ширина контактной площадки	P	Примечание 2		
Длина контактной площадки	S	Примечание 2		
Ширина вывода	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4. Припой не касается с основанием корпуса с внутренней стороны вывода.
Примечание 5. Если вывод имеет два штырька, то соединение каждого из штырьков должно отвечать указанным требованиям.
Примечание 6. Конструкции, имеющие переходные отверстия в подложке могут не соответствовать данным критериям. Критерии пайки в этом случае определяются пользователем и изготовителем.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.14. Корпуса с матричным расположением выводов для монтажа на поверхности. Настоящие критерии распространяются на приборы, припаиваемые на шаровых выводах, которые разрушаются при пайке оплавлением припоя.
Критерий работы с BGA (конструкция корпуса микросхемы с выводами в виде крошечных металлических шариков, расположенных в виде сетки на его нижней поверхности, которые прижимаются к контактным площадкам на печатной плате без применения пайки) подразумевает проверку, которая соответствует либо исследованию методом рентгенодефектоскопии или обычной визуальной проверке. С некоторыми ограничениями этот критерий может включать визуальную оценку, но обычно требуется проверка по рентгеновским изображениям, позволяющая оценить характеристики, которые невозможно рассмотреть обычными визуальными средствами.
Требования к визуальному осмотру:
- При использовании визуального осмотра как метода проверки продукции при приемке, то следует применять коэффициенты увеличения, указанные в Таблицах 11-1 и 11-2.
- Паяные соединения во внешнем ряду (периметре) микросхемы BGA необходимо осмотреть, если это возможно
- Микросхему BGA необходимо совмещать с угловыми маркерами печатной платы (если есть) в обоих направлениях.
- Отсутствие шариков на микросхеме BGA является дефектом, если специально не оговорено в конструкторской документации.
Разработка техпроцесса и контроль необходимы для длительного и успешного применения методов сборки и материалов. Проверка техпроцесса и контроль могут проводиться вместо рентгенодефектоскопии /осмотра при условии наличия объективных свидетельств соответствия.
Руководство по работе с BGA-микросхемами приводится в IPC-7095, где также содержатся рекомендации, выработанные на основе всестороннего обсуждения вопросов по BGA.
Примечание: Рентген-оборудование не предназначенное для работы с электронными приборами или некорректно установленное, может повредить чувствительные элементы.
Корпуса с матричным расположением выводов для монтажа на поверхности должны[1] соответствовать требованиям к размерам и припою, приводимыми в таблице 7-14.

Таблица 7-14 Критерии размерности - Корпуса с матричным расположением выводов / BGA – микросхемы

описание	Классы 1, 2, 3
Совмещение	Смещение шариков не нарушает минимальный электрический зазор
Интервал между шариками, рис. 7-14	Смещение шариков не нарушает минимальный электрический зазор
Паяное соединение	А. паяные соединения отвечают критерию 4.14 Б. шарики микросхемы BGA находятся в контакте и образуют краевой угол с контактной площадкой, формируя непрерывное эллиптическое или штыревое соединение
Пустоты	25% или менее площади на рентгеновском снимке. Примечание 1,2.
Фиксирующий материал	Наличие полностью затвердевшего фиксирующего материала.

Примечание 1. На пустоты, образовавшиеся на конструкции, например, микроотверстия в контактной площадке, эти критерии не распространяются. В таких случаях критерии приемки должны определяться производителем и пользователем.
Примечание 2. В целях разработки альтернативных критериев приемки по пустотам с учетом окончательных условий эксплуатации изготовители могут выполнить испытания или анализ.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.15. Квадратные плоские корпуса (без выводов) (QFNL). Данные критерии также распространяются на ИС в корпусе типа SO (без выводов).
Критерии для невидимой части паяных соединений в термальной плоскости не описываются в данном документе, и должны согласовываться пользователем и изготовителем. Критерии допуска плоскости термопереноса касаются вопросов проектирования и организации контроля техпроцесса. Вопросы включают, но не ограничиваются данными изготовителя по применению, покрытию припоем, пустотам, высоте припоя и проч. При пайке данных типов элементов образование пустот в термальной плоскости распространено. Припой, если требуется, должен[1] соответствовать официальным требованиям.
Соединения с элементами, не имеющими достаточных внешних выводов, должны[1] соответствовать требованиям по размерам и припою, приведенным в таблице 7-15 и на рис. 7-15.
Есть некоторые конфигурации корпусов без выступающего мыска или непрерывной поверхности для пайки на выступающем мыске с внешней стороны, и припой на мыске не будет сформирован.

Таблица 7-15 Критерии размерности - Квадратные плоские корпуса (без выводов)

описание	размер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Максимальное нависание стороны	A	50% (W), Примечание 1.	25% (W), Примечание 1.	
Максимальное нависание мыска (внешнего края элемента)	B	Не допускается		
Минимальная ширина соединения встык	C	50% (W)	75% (W)	
Минимальная длина стенки соединения	D	Примечание 4		
Максимальная толщина припоя	G	Примечание 3		
Минимальная высота припоя на мыске	F	Примечание 2, 5		
Высота заделки	H	Примечание 5		
Покрытие припоем термоподложки		Примечание 4		
Ширина контактной площадки	P	Примечание 2		
Ширина заделки	W	Примечание 2		

Примечание 1. Нарушения требования по минимальному электрическому зазору нет.
Примечание 2. Не определенный параметр или переменная, определяющая размер, в зависимости от требований чертежа.
Примечание 3. Очевидно наличие краевого угла.
Примечание 4 Визуально не контролируемый признак.
Примечание 5. H = высота паяемой поверхности вывода, если имеется. Некоторые корпуса не имеют непрерывной поверхности для пайки по сторонам и не требуют формирования краевого валика припоя.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

7.6.16. Элементы с выводами, располагающимися снизу на термальной плоскости
Критерии для невидимой части таких элементов как D-Pak ™ с невидимыми соединениями не описываются в данном документе, и должны согласовываться пользователем и изготовителем. Критерии допуска плоскости термопереноса касаются вопросов проектирования и организации контроля техпроцесса. Вопросы включают, но не ограничиваются данными изготовителя по применению, покрытию прилоем, пустотам, высоте припоя и проч. Припой, если требуется, должен[1] соответствовать официальным требованиям. При пайке данных типов элементов образование пустот в термальной плоскости распространено.
Примечание: Критерии для выводов, отличающихся от выводов на плоскости термопереноса, приведены в 7.6.7.
Соединения с элементами, имеющими нижние выводы на плоскости термопереноса, должны[1] соответствовать требованиям по размерам и припою, приведенным в таблице 7-16.

Таблица 7-16 Критерии размерности - нижние выводы на плоскости термопереноса

Описание (все соединения кроме располагающихся на термальной плоскости)	размер	
Максимальное нависание стороны	A	См. 7.6.7
Максимальное нависание мыска (внешнего края элемента)	B	
Минимальная ширина соединения встык	C	
Минимальная длина стенки соединения	D	
Максимальная высота подъема припоя	E	
Минимальная высота подъема припоя	F	
Высота заделки	H	
Толщина припоя	G	
Описание (соединения, располагающиеся на термальной плоскости)		Класс 1,2, 3
Максимальное нависание стороны плоскости термопереноса (рис 7-16)		Не более 25% ширины вывода
Максимальное нависание конца плоскости термпопереноса		Нависания нет
Ширина соединения встык в плоскости термопереноса		Наличие 100% краевого угла с контактной площадкой в зоне контакта соединения встык

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

8. Требования к очистке.
Элемент, подлежащий очистке, должен[1] быть очищен в соответствии с официальной методикой, позволяющей удаление всех загрязнений (особенно, остатков флюса). Очищаемые элементы должны[2] соответствовать требованиям по чистоте как указано ниже (см 8.3)
Все очищаемые элементы должны[2] быть очищены таким образом, чтобы не подвергнуться температурному шоку и/или нежелательному проникновению чистящего вещества в не полностью герметичные элементы.
8.1. Освобождение от требований к очистке. На внутренние контакты в самоуплотняющихся соединениях (например, с опрессованным припоем) не распространяются требования данного стандарта по очистке, если такое паяное соединение находится внутри прибора.
8.2. Ультразвуковая очистка. Ультразвуковая очистка допускается:
А. для несмонтированных плат, при условии, что там имеются только выводы или соединения без электроники.
Б. для блоков электроники без электрических элементов, при условии, что изготовитель имеет документацию, подтверждающую, что использование ультразвука не приведет к ухудшению механических или электрических характеристик очищаемого изделия или элементов, см IPC-TM-650 методы испытания 2.6.9.1 Испытания на определение чувствительности электронных блоков к ультразвуку и 2.6.9.2. Испытания на определение чувствительности электронных элементов к ультразвуку.
8.3. Очистка после пайки. Визуально определяется наличие посторонних твердых частиц, как требуется в 8.3.1, или флюса и других ионных или органических осадков, как требуется в 8.3.2. (см 11.2.2.)
8.3.1. Твердые частицы. Сборки должны[3] быть свободны от грязи, пуха, пятен припоя, следов припоя в результате неаккуратной пайки, шлака, не должны иметь отрезанных проводов и проч. Шарики припоя не должны[3] быть слишком свободными (т.е. смещаться в условиях эксплуатации изделия), но также и не должны нарушать требования по минимальному электрическому зазору.
8.3.2. Остатки флюса и других ионных и органических загрязнений. Если специально не оговорено пользователем, изготовитель должен выработать обозначение чистоты и проводить и проверку на чистоту в соответствии с 8.3.3. и 3. Требования к материалам, компонентам и оборудованию. В отсутствие специального обозначения чистоты, необходимо[4] применять обозначение С-22, которое описывается ниже.
Примечание: Данное требование может не применяться, если видимые загрязнения были определены с помощью лабораторного анализа или подобным способом.
8.3.3. Обозначение чистоты после пайки. Обозначение чистоты должно иметь следующую форму: двузначный (минимум) код, описывающий требования к чистоте, распространяющиеся на все изделия, подпадающие под настоящий стандарт. Данный код начинается с буквы С, далее – тире, далее – две или более цифр. Первая цифра обозначает метод очистки, как указано в 8.3.4, вторая и последующие цифры указывают требования к проверкам на чистоту, приводимые в 8.3.5.
8.3.4. Метод очистки. Первая цифра в коде чистоты определяет метод очистки. Цифры в таблице 8-1 используются для определения поверхностей изделия, которые должны быть очищены.

Таблица 8-1. Определение очищаемых поверхностей.

0	Нет очищаемых поверхностей
1	Одна сторона (сторона пайки) сборки подлежит очистке
2	Обе стороны сборки подлежат очистке

8.3.5. Проверка чистоты. Вторая и последующие цифры в коде чистоты определяют требования к проверке на чистоту. Применять цифры, указанные в таблице 8-2.

0	Не требуется проводить проверку на чистоту
1	Проверка на остатки канифоли (8.3.6.1.)
2	Проверка на ионный осадок (8.3.6.2 и/или 8.3.6.3)
3	Проверка на поверхностное сопротивление изоляции (8.3.6.4.)
4	Проверка на другие виды органического загрязнения поверхности (8.3.6.5.)
5	Другие проверки, согласованные пользователем / изготовителем.

8.3.6. Проверки. При необходимости должны[5] проводится выборочные (см 11.2.3) периодические проверки на чистоту сборок на печатных платах после окончательной очистки (например, очистка перед нанесением конформного покрытия, герметизацией или заключением в блок более высокого уровня), чтобы обеспечить адекватность техпроцесса очистки. Если сборка на печатной плате не проходит такую проверку, то вся партия должна[5] быть проверена и, при необходимости, очищена заново, а образец, выбранный произвольным образом из этой партии и из каждой партии, очищенной с момента проведения последней проверки на чистоту должен[5] быть проверен.
Проверки должны[6] проводиться минимум один раз в рабочую смен, если изменение частотности не предусмотрено системой контроля техпроцесса.

[1] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[6] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект

8 3.6 1. Проверка на осадок канифольного флюса. Если требуется проведение проверки на наличие осадка канифольного флюса, то сборки должны[1] испытываться согласно IPC-TM-650, методика проверки 2.3.37 и должны[1] соответствовать следующим требованиям по максимально допустимому уровню остатчного флюса:
Для сборок Класса 1 – менее 200мкг/см^2
Для сборок Класса 2 – менее 100мкг/см^2
Для сборок Класса 3 – менее 40мкг/см^2

8.3.6.2. Ионные осадки (инструментальный метод). Если требуется проведение проверки на наличие ионного осадка (инструментальный метод), то сборки должны[2] испытываться согласно IPC-TM-650, метод 2.3.25C – Обнаружение и измерение ионизируемых поверхностных загрязнений. Метод динамической экстракции должен применяться в соответствии с 2.3.25, пункт 5 – Методика испытаний. Метод статической экстракции должен применяться в соответствии с 2.3.25, пункт 6 – Методика испытаний. Если чувствительность альтернативного метода по обнаружению ионизируемых поверхностных загрязнений равна или лучше выше указанных методов, то могут применяться другие методы. При сравнении чувствительности методов необходимо рассматривать растворитель, используемый для экстрагирования осадка, метод нанесения растворителя на сборку и метод определения осадка. Загрязнение сборок, паянных флюсами ROL0и ROL1 и испытанные методом статической экстракции, должно[2] быть менее 1,56мкг/см^2 хлорид натрия (NaCl), в эквиваленте ионного или ионизируемого осадка флюса. При применении другого метода или флюса (см 3.3.), загрязнение не должно[2] превышать предельного значения, устанавливаемого изготовителем или пользователем. Если предельное значение устанавливается изготовителем, то оно должно[2] подкрепляться статистическими данными (показывающими, что очистка и испытания проведены согласно утвержденным, проверенным временем методикам), или результатами квалификационных испытаний техпроцессов (см 3.1.), которые должны прилагаться к отчету.
8.3.6.3. Ионный осадок (неинструментальный метод). Если требуется проведение испытания на ионный осадок, то сборки должны[3] испытываться согласно IPC-TM-650, методика испытаний 2.3.25 - Обнаружение и измерение ионизируемых поверхностных загрязнений.
Загрязнение сборок, паянных флюсами ROL0и ROL1 и испытанные методом статической экстракции, должно[3] быть менее 1,56мкг/см^2 хлорид натрия (NaCl), в эквиваленте ионного или ионизируемого осадка флюса. При применении другого метода или флюса (см 3.3.), загрязнение не должно[3] превышать предельного значения, устанавливаемого изготовителем или пользователем. Если предельное значение устанавливается изготовителем, то оно должно[2] подкрепляться статистическими данными (показывающими, что очистка и испытания проведены согласно утвержденным, проверенным временем методикам), или результатами квалификационных испытаний техпроцессов (см 3.1.), которые должны прилагатся к отчету.
8.3.6.4. Проверка на поверхностное сопротивление изоляции. Если требуется проведение проверки на поверхностное сопротивление изоляции, то она должна[4] проводится в соответствии с официальной методикой, в которой определены критерии годности, и которая может быть пересмотрена.
8.3.6.5 Проверка на другие виды органического загрязнения поверхности. Если требуется проведение проверки на органическое загрязнение поверхности, то сборки тестируются в соответствии с IPC-TM-650, методика проведения испытаний 2.3.39 – испытания на идентификацию органического загрязнения поверхности (анализ методом инфракрасной спектроскопии) и уровень загрязнений не должен[5] превышать максимально допустимый, совместно установленный пользователем и изготовителем.
9.Требования к печатным платам.
В данном разделе рассматриваются дефекты печатных плат вне зависимости от времени их возникновения.
9.1.Повреждение печатной платы.
9.1.1. Вздутие пузырей, расслаивание (деламинация). Вздутие пузырей или деламинация не должна[6] превышать 25% расстояния между сквозными металлизированными отверстиями или внутренними проводниками или уменьшать расстояние в проводящем рисунке так, что это приведет к нарушению требования по минимальному электрическому зазору.
Примечание: Области с пузырями или деламинацией могут разрастаться во время сборки или при эксплуатации. Для этого необходимо установить дополнительные критерии. Небольшие пузырьки это не то же самое, что пузыри и/ ли деламинация. См. комментарии в IPC-T-50 и IPC-A-610.
9.1.2. Обнажение структуры. Выход на поверхность структуры не должен[7] уменьшать зазор между несмежными проводящими рисунками, что это приведет к нарушению требования по минимальному электрическому зазору.
9.1.3. Ореол. Ореол или краевое расслаивание не должны[8] оказывать негативного влияния на пространство от края до ближайшего проводящего рисунка более, чем на 50% или более 25мм (0,0984дюйма), в зависимости от того, что меньше.
9.1.4. Отделение подложки. Зоны у внешнего нижнего края не должны[9] быть подняты или отделены на высоту, более, чем толщина подложки.

---

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[6] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[7] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[9] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

9.1.5. Уменьшение размера подложки / проводника. Минимальная ширина печатного проводника или ширина / длина подложки не должна[1] быть меньше, чем на 20% для изделий класса 2 и 3, и на 30% для изделий класса 1 (см IPC-A-600, IPC-6-11, IPC-6012)
9.1.6. Деламинация гибкой печатной платы. Отделение и пузыри не должны[2] связывать проводники в защитном слое гибкой печатной платы или сборке.
9.1.7. Повреждение гибкой печатной платы Не должно[3] быть следов образования пузырей, обугливания, оплавления изоляции на гибких печатных платах или сборках.
Примечание: Надсечки, выполненные механическим способом, образовавшиеся в результате контакта между защитным слоем гибкой печатной платы или сборки с расплавленным припоем являются допустимыми. Кроме того, необходимо принять меры предосторожности во избежание изгибания проводников при выполнении инспектирования.
9.1.8. Заусенцы. Заусенцы не должны[4] физически повреждать поверхность сборки.
9.1.9. Припой на золотых контактах. В зоне контактов торцевых разъемов (то есть на самих «золотых пальчиках»)не должно[5] быть припоя.
9.1.10. Мелкие пузыри. Зоны, поврежденные пузырями в ламинате подложки не должны[6] превышать 50% реального расстояния между внутренними проводниками.
Примечание: информацию по средствам визуализации см в IPC-A-610 и IPC-HDBK-001.
9.2.Маркировка. Идентификация сборки, а именно номер детали и серийный номер, должны[7] отчетливо просматриваться (то есть такими, что их можно прочитать и понять). Дополнительная маркировка (метки, нанесенные в процессе изготовления) не должны закрывать оригинальную маркировку поставщика. Маркировка отдельных элементов, кодовые обозначения и индикаторы полярности должны отчетливо просматриваться, а элементы должны монтироваться так, чтобы обеспечить выполнение этого условия.
9.3. Деформация и коробление. Коробление и деформация после пайки не должно[8] превышать 1,5% для сквозных отверстий или 0,75% для поверхностно монтируемых элементов (см IPC-TM-650, 2.4.22). Деформация и коробление не должны быть причиной повреждения при сборке после пайки или при эксплуатации.
10. Покрытие и заключение в корпус.
Если покрывающий слой накладывается непосредственно на стеклянные элементы, то элементы должны[9] иметь гильзу, предотвращающую растрескивание, если материал не был выбран так, чтобы не повреждать элемент / сборку в условиях эксплуатации.
10.1. Конформное покрытие.
Материал конформного покрытия должен[10] соответствовать спецификации IPC-CC-830 или аналогу. Нанесение должно[10] выполняться в соответствии с официальной методикой.
Если условия отвердения (температура, время, ИК-интенсивность и проч.) отличаются от рекомендаций поставщика, они должны[10] быть задокументированы и быть доступными для пересмотра
Материал должен[10] использоваться в течение указанного времени (срок хранения, срок годности материала) или использоваться в течение времени, указанном изготовителем (сборщиком) в документации, согласно которой проверяются и датируются материалы.
10.1.1. Нанесение. Покрытие должно[11] наноситься непрерывно на все зоны, предназначенные для покрытия согласно сборочной / проектной документации.
Наплывы должны быть минимальными. При использовании маскирующих материалов не должно[11] быть ухудшения свойств, и эти материалы должны[11] легко сниматься не оставляя остаточного загрязнения.
Размеры замаскированных областей не должны быть уменьшены в длину, ширину или диаметру более, чем на 0,75мм (0,0295дюйма) в результате нанесения конформного покрытия.
10.1.1.1. Элементы без покрытия. Некоторые элементы, допускающие регулировку, а также электрические и механические стыковочные поверхности, такие как контакты разъемов, вводы датчиков, резьба, несущие поверхности (например, направляющие для вставки плат) должны[12] оставаться без покрытия, как указывается в сборочной документации и чертежах.
10.1.1.2 Конформное покрытие на разъемах. Конформное покрытие не наносится[13] на стыковочные поверхности разъемов на сборках на печатных платах.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[6] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[7] Класс 1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[9] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[10] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[11] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[12] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[13] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект

Конформное покрытие, указанное в сборочной документации / чертежах, обеспечивает изоляцию по периметру всех интерфейсов разъемов / плат.
10.1.1.3. Конформное покрытие на держателях Контактирующие поверхности держателей или других крепежных элементов не должны[1] покрываться конформным покрытием, в противном случае должно оговариваться отдельно и указываться на сборочных чертежах / документации.
10.1.2. Эксплуатационные требования
10.1.2.1. Толщина. Толщина конформного покрытия должна[2] быть такой, как указано в таблице 10-1 в соответствии с типом см IPC-2221).
Примечание: Таблицу 10-1 данного стандарта нужно применять для сборок на печатных платах. Требования по толщине покрытия из IPC-CC-830таблица 42 должны применяться только при испытаниях и аттестации материала покрытия.
Таблица 10-1 Толщина покрытия.

Тип AR	Акриловая смола	0,03 – 0,13мм (от 0,00118 до 0,00512 дюйма)
Тип ER	Эпоксидная смола	0,03 – 0,13мм (от 0,00118 до 0,00512 дюйма)
Тип UR	Уретановая смола	0,03 – 0,13мм (от 0,00118 до 0,00512 дюйма)
Тип SR	Силиконовая смола	0,05 – 0,21 мм (от 0,00197 до 0,00827 дюйма)
Тип XY	Параксилоловая смола	0,01-0,05мм (от 0,000394 до 0,00197 дюйма

Толщина измеряется на плоской, свободной, твердой поверхности печатной платы или на пробном образце, изготовленном вместе со сборкой. Образцы могут быть из такого же материала, что и печатная плата или из непористого материала, металла или стекла. В качестве альтернативы замеры незастывшей плетки или вязкости могут использоваться для определения толщины покрытия при условии, что документация, по которой можно сопоставить толщину пленки с альтернативным методом измерений.
10.1.2.2. Покровный слой. Конформное покрытие должно[3]:
- быть полностью застывшим и гомогенным
- покрывать только те области, которые указаны в сборочных чертежах / документации
-не иметь пузырей, изломов, которые могут мешать функционированию сборки или негативно влиять на изоляционные свойства конформного покрытия
- не иметь трещин, волосных трещин, пустот, пузырей, отслоений, складок или посторонних материалов, которые негативно влияют на проводники элементов, печатных плат (в том числе, земляного слоя) и проч. и/или нарушают требования по электрическому зазору.
10.1.3. Проверки конформного покрытия. Визуальные проверки конформного покрытия могут выполняться без увеличения. Проверки конформного покрытия могут проводиться под ультрафиолетовым светом, если в покрытии есть УФ-изотопный индикатор. Увеличение в 4 раза может использоваться для справки.
10.2. Герметизирующий материал. Необходимо[4] принимать во внимание спецификации на материалы и рекомендации поставщика. Материал должен[1] использоваться в течение указанного времени (срок хранения и срок годности материала) или использоваться в течение времени, указанном изготовителем в документации, согласно которой проверяются и датируются материалы.
10.2.1. Нанесение. Материал должен [5] наноситься непрерывно на все зоны, предназначенные для покрытия согласно сборочной документации / чертежам. При использовании маскирующих материалов не должно[5] быть ухудшения свойств печатных плат, и эти материалы должны[5] легко сниматься не оставляя остаточного загрязнения.
10.2.1.1. Поверхности без герметизирующего материала. Все части сборки не предназначенные для нанесения герметизирующего материала должны[6] быть свободны от него.
10.2.2. Эксплуатационные требования.
Герметизирующее вещество должно[7] полностью затвердеть, быть гомогенным и покрывать только те области, которые указаны в сборочных чертежах / документации. Материал не должен[8] иметь пузырей или изломов, которые могут негативно повлиять на функционирование печатной платы или изоляционные свойства герметизирующего материала. В герметизирующем материале не должно[9] быть визуальных трещин, волосяных трещин, отслаивания и/или складок.
10.2.3. Вторичная обработка / Восстановление герметизирующего материала. Методики по удалению и замене герметизирующего материала должны[10] быть задокументированы и доступны для редактирования.
10.2.4. Проверка герметизирующего материала. Визуальная проверка герметизирующего материала должна[11] проводиться согласно 11.2.

[1] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[3] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[4] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[5] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[6] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[7] Класс1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[8] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[9] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[10] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[11] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект

11. Управление качеством продукции.
11.1. Дефекты аппаратных средств, требующие ликвидации. Дефекты аппаратных средств, требующие ликвидации, описываются в данном стандарте и их сводная таблица приводится в Приложении А. Дефект, не должен[1] исправляться раньше, чем он зарегистрирован согласно 1.1. Примером доработки является процесс отделки, включающий в себя повторный нагрев.
11.2. Методика контроля.
11.2.1. Контрольная проверка технологического процесса Контрольная проверка технологического процессадолжна[2] состоять из:
А. Наблюдение за операцией с целью определения того, что инструкции, методы, порядок осуществления и план контроля, оформленный в письменном виде, полностью соблюдаются.
Б. Проверка для оценки качества продукции.
11.2.2. Визуальная проверка. Сборка должна[3] оцениваться в соответствии с установленным планом контроля технологического процесса (см 11.3) или 100% визуальной проверкой (см 1.11).
11.2.2.1 Средства увеличения изображения. Увеличение для визуальной проверки должно[4] как минимум соответствовать величинам, указанным в таблицах 11-1 и 11-2. При осмотре можно использовать и другое увеличение. Требование к силе увеличения основывается на размере осматриваемого элемента. Для сборок с контактными площадками разной ширины может быть использовано большее увеличение. Если наличие дефекта не обнаруживается при силе увеличения, показанной для проведения осмотра, то изделие принимается. Более сильное увеличение предназначается для использования только в случае, если дефект был обнаружен, но полностью не идентифицирован с помощью силы увеличения, показанной для проведения осмотра.
Допустимое отклонение средств увеличения изображения составляется ±15% выбранной силы увеличения. Средства увеличения изображения должны проходить техобслуживание и калиброваться соответствующим образом (см IPC-OI-645). При визуальной оценке возможно потребуется обеспечение дополнительного обеспечения.
1.2.2.2. Дополнительное освещение может потребоватьсяпри визуальной проверке. Источники света должны выбираться таким образом, чтобы не отбрасывать теней на инспектируемое изделие. Допускается, что тени образуются только от самого инспектируемого изделия.
11.2.3. Выборочная проверка. Использование выборочной проверки должно[5] быть частью задокументированной процедуры контроля технологических процессов согласно 11.3.

Таблица 11-1 Применение средств увеличения изображения при осмотре паяных соединений

Ширина или диаметр контактной площадки[1]	Сила увеличения	
	Для осмотра	Максимально допустимое значение
>1,0мм (0,0394дюйма)	От 1,5Х до 3Х	4Х
>0,5мм до ≤1,0мм (0,0197 до 0,0394дюйма)	От 3Х до 7,5Х	10Х
≥0,25 до ≤0,5мм (0,00984 до 0,0197 дюйма)	От 7,5Х до 10Х	20Х
<0,25мм (0,00984дюйма)	20Х	40Х

Примечание 1: Часть проводящего рисунка, используемого для соединении и/или крепления элементов.

Таблица 11-2 Применение средств увеличения изображения - иные варианты

Чистота (техпроцесс очистки согласно 8.3.4)	Увеличение не требуется, см Примечание 1
Чистота (отсутствие очистки согласно 8.3.4)	Примечание 1
Конформное покрытие / герметизирующий материал (10.1.1 и 10.2.4)	Примечания 1, 2
Другие случаи (повреждение элементов и проводов и проч.)	Примечание 1

Примечание 1.При визуальной проверке может потребоваться увеличение, например, в случае с мелкомодульными сборками или сборками высокой плотности увеличение может потребоваться для определения того, влияет ли загрязнение на форму, посаду или функционирование.
Примечание 2. Если используется увеличение, то оно ограничивается 4х кратным.
11.3. Требования по управлению технологическим процессом.
Изначально управление технологическим процессом должно быть направлено на постоянное снижение количества изменений в процессах, изделиях или услугах, с тем, чтобы изделия или процессы соответствовали требования заказчика. Инструменты управления техпроцессами, такие как IPC-9191? EIA-557-1 или другие, согласованные с пользователем, могут использоваться в качестве руководства по внедрению методики управления техпроцессом.
Изготовители продукции класса 2 должны[6] разработать и внедрить систему управления техпроцессом на основе документации. Такая система, будучи установленной, должна[7] позволять определять границы применимости техпроцесса и корректирующих воздействий. Это может быть система статистического управления технологическим процессом. Использование статистического управления технологическим процессом необязательно и должно основываться на таких показателях как устойчивость конструкции, размер партии, объем выпуска, нужды изготовителя (см 11.4)
Методики управления технологическим процессом должны[7] использоваться при планировании, реализации и оценке процесса изготовления паяных электрических и электронных сборок. Основополагающие принципы, стратегии внедрения, инструменты и технологии могут применяться в различной последовательности в зависимости от специфики компании, процесса или рассматриваемой переменной, с тем, чтобы обеспечить соотношение управления техпроцессом и производительности с требованиями к конечной продукции.

[1] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 - дефект
[3] Класс1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[4] Класс 1 – допуск, класс 2 – идентификатор процесса, класс 2 - дефект
[5] Класс 1 – нет требований, класс 2 – идентификатор процесса, класс 3 - дефект
[6] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 – дефект
[7] Класс1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект

Если принимается решение или есть требование использовать формальную систему управления техпроцессом, то неспособность провести коррекцию и/или длительное использование неэффективной коррекции должно[1] являться основанием для отклонения процесса и соответствующей документации.
11.3.1. Определение возможностей. Если иначе не оговорено в плане управления техпроцессом, то общее количество мест взаимосоединений используется для определения процента дефектов или идентификаторов процесса. В этих расчетах учитывается каждый вывод на поверхности, каждый вывод смонтированный через сквозное отверстие, и каждая концевая заделка. Все это учитывается для определения общего количества возможностей для данной сборки на печатной плате. Для расчета корректирующего действия не более одной характеристики дефекта или идентификатора процесса можно присовокупить к межсоединению. Подробности смотри в IPC-9261/
11.4 Статистическое управление технологическим процессом. Использование статистического управления технологическим процессом поощряется но необязательно (см 11.3).
Процедуры статистического управления технологическим процессом она должна[2] включать как минимум следующее·
А. Персонал проходит обучение по разработке, внедрению, и применению системы управления процессом и статистических методов, которые им понадобятся для выполнения своих обязанностей.
Б. Количественные методы и доказательства предоставляются для демонстрации того, что процесс соответствует нормам и поддается управлению. Стратегии по усовершенствованию определяют первоначальные границы процесса и методики, которые ведут к сокращению количества идентификаторов процесса с целью постоянного усовершенствования процесса.
В. Определяются критерии для перехода на методику выборочной проверки. Когда процесс выходит за контролируемые границы или происходит его неблагоприятное течение, то определяются критерии пересмотра вплоть до верхнего уровня проверки (до 100%).
Г. Если обнаруживается дефект в образце партии, а количество дефектов превышает допустимую величину, указанную в плане выборочного контроля, то вся партия проверяется целиком на наличие дефектов.
Д. Система служит для выполнения корректирующих действий при наличии индикаторов процесса, неуправляемых процессов и /или сборок не удовлетворяющих техническим условиям.
Е. Определяется план проверки документации для отслеживания характеристик процесса и/или выхода продукции с нужной частотой.
Ж. Объективные свидетельства управления процессом могут быть в форме контрольных карт. Могут применяться другие статистические инструменты или технологии, учитывающие параметры процесса и/или параметры продукции (см IPC-HDBK-001).
12.Исправление брака и ремонт/
12.1 Исправление неудовлетворительных паяных соединений. Исправление брака в продукции класса 1 и 2 должно быть задокументировано. Для класса 3 должны[3] соблюдаться следующие требования;
-дефект детали документально оформляется перед началом исправления брака.
-когда брак устранен, то каждое отремонтированное и/или перепаянное соединение проверяется на соответствие требованиям 4.14
12.2. Ремонт. Ремонт не должен[4] начинаться до того как замечание не будет документально оформлено. Метод проведения ремонта должен[4] определяться изготовителем и пользователем совместно.
12.3. Очистка после исправления брака / ремонта. После исправления брака или ремонта сборка должна[5] быть очищена по технологии, соответствующей требованиям 8.3.
12.4. Исправление брака в конформном покрытии / герметизирующем материале. Технологии по исправлению брака конформного покрытия / герметизирующего материала должны[6] быть документально оформлены и быть в наличии для редактирования.

---

[1] Класс1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[2] Класс 1 – дефект, класс 2 – дефект, класс 3 – дефект
[3] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 – дефект
[4] Класс1 – нет требований, класс 2 – дефект, класс 3 - дефект
[5] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 – дефект
[6] Класс 1 – нет требований, класс 2 – нет требований, класс 3 – дефект

Приложение А
Сводная таблица критериев, согласно которым требуется устранение замечания

А – допуск, Р-индикатор процесса, D- дефект, N- нет требований	Пункты стандарта	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Несоответствие материала или технологии	Номера пунктов смотри в оригинале на стр 41	Обозначение см в оригинале на стр 41	Обозначение см в оригинале на стр 41	Обозначение см в оригинале на стр 41
Выводы доработаны под нестандартные проводники				
Золото не снято согласно требованиям				
Элементы, выводы или провода				
Повреждение изоляции или проводов				
Установленные детали или элементы				
Клей				
Клемма имеет повреждения				
Нарушение минимального электрического зазора				
Изоляция попала в паяное соединение				
Вспомогательный контур не соответствует требованиям				
нет снятия напряжений				
Оплетка установлена не правильно				
Ориентация, зачистка, закладка или заделка проводов / вывода не соответствует требованиям				

А – допуск, Р-индикатор процесса, D- дефект, N- нет требований	Пункты стандарта	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Несоответствие материала или технологии	Номера пунктов смотри в оригинале на стр 42	Обозначение см в оригинале на стр 42	Обозначение см в оригинале на стр 42	Обозначение см в оригинале на стр 42
Вывод заблокирован				
Вывод выступает				
Несоответствие требованиям по чистоте				
Нарушение требований сборочного чертежа				
Оконечное соединение				
Соединение через сквозное отверстие				
Соединение, смонтированное на поверхности				
Конформное покрытие и герметизация				
Провода с потенциалом 6кВ и выше не соответствуют требованиям				
Методы проверки				

Приложение Б

Нормативы по паяльникам и оборудования.

Ниже приводятся нормативы по выбору оборудования и его использованию, которые практикуются и являются эффективными с точки зрения требований данного стандарта (см 1.7.3.)

Б-1 Шлифовальные материалы

Ножи, наждачная бумага, шкурка, пескоструйная обработка, обмотка, металлические мочалки и другие абразивы не используются на поверхностях, подлежащих пайке.

Б-2 Рабочая поверхность стола и система для пайки вручную.

Критерии выбора поверхности стола и системы пайки таковы:

А. Паяльная система выбирается по мощности и быстроте нагрева зоны соединения и способности поддерживать достаточную температуру на протяжении всей процедуры пайки

Б. Паяльное оборудование, имеющее функцию контроля температур (в состоянии покоя) должно регулироваться в пределах ±5°С (±9°F) для жала паяльника в режиме готовности. Инструменты с постоянной выходной мощностью, соответствующие Б-2А, Г, Д, Е также могут использоваться.

В. Выбранные оператором температуры паяльной системы в режиме готовности должны быть в диапазоне ±15°С (±27°F) от реальной измеренной температуры жала.

Г. Сопротивление между жалом паяльной системы и общей точкой заземления рабочей поверхности не должно превышать более 5Ом. Нагретый элемент и жало измеряются будучи при номинальной рабочей температуре.

Примечание: Ограничения по току для оборудования, изготовленного согласно EN 00015-1:1992 может не соответствовать данному требованию.

Д. Утечка постоянного и переменного тока с нагретого жала на заземление не должно негативно влиять на оборудование / элементы.

Е. Напряжение переходного процесса на жале, генерируемое паяльным оборудованием не должно превышать 2В на пике ($Z_{вход} \geq \Omega$).

Примечание: Ограничения по току для оборудования, изготовленного согласно EN 00015-1:1992 может не соответствовать данному требованию.

Соответствующие нормативы данного раздела также применимы для нетрадиционного паяльного оборудования, размещаемого на рабочей поверхности, в том числе и оборудования, в котором используются проводящие, конвективные, с параллельным сопротивлением, с горячим газом, ИК, лазерные приспособления или технологии пайки с термопереносом. Инструменты не должны приносить вреда в результате их использования. Инструменты и оборудование должно быть очищено перед использованием, и должно поддерживаться в чистоте, не иметь загрязнений в виде грязи, смазки, флюса, масла и других посторонних веществ. Источник тепла не должен вызвать повреждения печатной платы или элементов.

Б-3. Держатели нагретого паяльного инструмента

Держатели паяльного инструмента должны подходить по типу к этому инструменту. Держатель должен быть таким, чтобы нагревательный элемент и жало оставались без опоры и не требовалось применение дополнительной физической нагрузки или теплоотвода, чтобы не допустить ожогов оператора

Б-4 Салфетки для обтирки

Губки и салфетки для очистки жала паяльника и поверхностей инструмента для повторного оплавления припоя должны изготавливаться из материалов, которые не припаиваются и не загрязняют паяльные поверхности. Оператор должен содержать губки и салфетки в чистоте, то есть на них не должно быть загрязнителей, которые могут негативно повлиять на пайку и загрязнить паяемые поверхности.

Б-5 Паяльный пистолет

Паяльный пистолет с преобразователем, встроенным в ручной блок не должны использоваться.

Б-6 Емкость с припоем.

Емкость с припоем должна поддерживать температуру припоя на выбранном уровне с отклонением ±5°С (±9°F). Емкость с припоем должна иметь заземление.

Б-7 Использование и управление

Все оборудование должно эксплуатироваться в соответствии с рекомендациями изготовителя и калиброваться при необходимости с тем, чтобы соответствовать спецификациям изготовителя. Проверка заземления оборудования, защиты и регулировки температуры должна проводиться при квалификационных испытаниях оборудования при продаже и/или проверке нового или отремонтированного оборудования.

Б-8 Системы машинной пайки.

Автоматические системы пайки должны обеспечивать.

А. Нагрев предварительно собранных блоков на печатных платах

Б Поддержание выбранной температуры пайки на поверхности сборки с отклонением ±5°С (±9°F) на протяжении всего цикла пайки.

В. Быстрый нагрев соединяемых поверхностей и возврат к заданной температуре с отклонением ±5°С (±9°F) во время повторяющихся операций пайки.

Источник нагрева не должен приводить к повреждению печатной платы или элементов, или загрязнять припой при непосредственном контакте между ним и соединяемыми металлами.
Оборудование для пайки должно использоваться согласно технологическому процессу, оформленному документально, и имеющемуся в распоряжении пользователя.
Б-8.1. Поддерживающие приспособления. Приспособления, используемые для перемещения печатных плат между участками предварительного нагрева, пайки, остывания должны быть изготовлены из такого материала, и иметь такую конструкцию и конфигурацию, чтобы не приводить к повреждению платы, детали или элемента или электростатическому разряду.
Б-9 Техническое обслуживание станка.
Станки, задействованные в процессе пайки должны проходить техобслуживание с тем, чтобы обеспечивать производительность, соответствующую параметрам конструкции, установленным изготовителем оборудования. Методика проведения техобслуживания и график должны быть оформлены документально с целью обеспечения регулярности проведения.

Приложение В
Тестирование на совместимость материалов и техпроцессов

В-1 Общая информация / введение

В-1.1 Общая информация. В данном приложении приводится стандартный протокол испытаний, который должен использоваться:
- при применении флюсов и материал, отличных от перечисленных в 3.3.
- при утверждении допустимости заметных изменений, внесенных в техпроцесс перед их внедрением

Протокол испытаний применяется к печатным монтажным схемам при использовании технологии поверхностного монтаж, монтажа через сквозные отверстия или смешанной технологии.

С1.2 Целью испытаний, описанных в данном протоколе, является демонстрация того, что внеся предлагаемые изменения в технологический процесс можно изготовить детали с приемлемыми характеристиками готового изделия.

Такие изменения техпроцесса могут включать изменения в одном из этапов процесса. Это может быть изменение поставщика несмонтированных плат, сопротивления припоя или металлизации Конструкция испытательной установки будет меняться в зависимости от того, какое из изменений нужно оценить.

Примечание: Данный тест выполняется у изготовителя на месте с учетом особенностей места. При этом, если возможно, используются реальные производственные техпроцессы и оборудование.

В-2 Подход к проведению испытаний

В-2.1 Поверхностная изоляция и визуальная проверка

В-2.1.1. Поверхностное сопротивление изоляции. Испытание на поверхностное сопротивление изоляции – это оценка воздействия материала / техпроцесса на электрические характеристики.

В-2.1.2. Визуальная проверка. Визуальная проверка образцов после испытания на поверхностное сопротивление изоляции направлена на обнаружение коррозии, древовидных образований или раскрашивания конформного покрытия.

В-2.2. Испытания с извлечением образца материала – дополнительно. Рекомендуемая технология проведения испытания, которую можно использовать для характеризации остатков, такова:

В-2.2.1. Удельное сопротивление растворителя. Испытание проводится в соответствии с IPC-TM-650, метод 2.3.25 – обнаружение и измерение ионного поверхностного загрязнения. Может использоваться для устарновления пороговых значений ионного загрязнения после полной сборки, в процессе которой была или не была выполнена очистка, в зависимости от того, какой припой использовался.

В-2.2.2. Ионный хроматографический анализ. Ионный хроматографический анализ проводится в соответствии с IPC-TM-650? Метод 2.3.28. Он крайне полезен для идентификации / количественной оценки ионов при начальной характеристике процесса или при анализе повреждений контрольных сборок.

В-3 Контрольная испытательная сборка

Испытательная сборка должна представлять собой материал подложки, материалы сборки и отражать применяемы процесс изготовления, используемые при производстве. При испытании на поверхностное сопротивление изоляции контрольная испытательная схема должна быть аналогична схеме по IPC-B-36. Элементы, подлежащие пайке должны быть типичными, используемыми при производстве и быть наиболее трудно поддающимися очистке (в плане того, что паяемые соединения закрывают корпуса элементов и пространство элемент-подложка не видно).

На используемых для испытания на поверхностное сопротивление изоляции моделях не должно быть постоянного сопротивления припоя.

Платы, используемые для данных контрольных сборок должны отвечать требованиям IPC-6011 и IPC-6012 в соответствии с классом продукции.

Примечание: Свяжитесь с компанией IPC для получения информации по приобретению готовых контрольных испытательных сборок.

В-4 Подготовка контрольной испытательной сборки.

В-4.1. Предварительная очистка. Для данного испытания очистки плат перед сборкой не требуется. Очистка производится только в рамках штатного процесса сборки.

В-4.2. Подготовка контрольных испытательных сборок. Предполагается, что техпроцесс, применяющийся по данному протоколу, насколько это возможно соответствует процессу, который применяется при изготовлении деталей. В случаях, когда процесс сборки состоит из множества операций пайки (например, пайка оплавлением при поверхностном монтаже, пайка волной припоя. переделка, пайка вручную, применение конформного покрытия), все эти техпроцессы должны быть проделаны на контрольной испытательной сборке. Это необходимо выполнить даже в случае, если только одна из операций пайки изменилась, так как загрязняющий осадок от одного процесса может вступить в реакцию с осадком от предыдущего или последующего процесса. Так как все техпроцессы будут выполнятся при изготовление, то и все они должны пройти тестирование и аттестацию.

В-5 Испытание на поверхностное сопротивление изоляции. См IPC-9201 при рассмотрении подходящей методики и оборудования для проведения регулярных и точных испытаний на поверхностное сопротивление изоляции

В-5.1. Размер образца. Необходимо протестировать минимум 1- образцов на все комбинации материалов / техпроцессов. Размер образцов рассчитывался исходя из того, что риск потребителя принимался равным 10 (гарантия 90). Полное объяснение того, как определялся размер образцов можно найти в IPC-TR-467. Рекомендуется протестировать дополнительно необработанные контрольные образцы.

В-5-2 Условия проведения испытания на поверхностное сопротивление изоляции.

С-5.2.1. условия эксплуатации без образования конденсата. Образцы необходимо испытывать в соответствии с IPC-TM-650, метод 2.6.3.3.

В-5.2.2. Условия эксплуатации с образование конденсата. Все образцы должны быть подвергнуты воздействию условий, указанных в IPC-TM-650, метод 2.6.3., класс 3. Необходимо провести измерения при наибольшей температуре и влажности на каждом третьем цикле (начиная с третьего цикла).

Примечание: Это среда с образованием конденсата. Испытываемые сборки, подвергшиеся воздействию такой среды необходимо покрыть конформным покрытием, используя тот же материал / процедуру нанесения, что и при реальном производстве.

В-6 Критерии приемки.

В-6.1.Преобразование минимальной величины поверхностного сопротивления изоляции из каждого испытания в натуральный логарифм log10. Среднее значение данных логарифмических величин мене 3 отклонений (величин логарифма) от стандарта должно быть минимум 8.0 (1E8 Ом).

Примечание: Минимальные величины должны быть из одной экспериментальной модели и схемы испытаний. Если используются разные экспериментальные модели и схемы испытаний, то каждый пакет данных должен отвечать требованиям.

В-6.2. Требования к визуальной проверке. Со всех смещенных мест посадки необходимо снять элементы без применения химикатов или нагрева, предпочтительно с помощью отрезания выводов. Все зоны подлежат проверке при увеличении в 10Х – 30Х на предмет коррозии или древовидных образований. Задняя подсветка должна использоваться для проверки на древовидные образования.

Признаков коррозии не должно быть. Древовидные образования не должны занимать более 20% расстояния между проводниками. PCA с конформным покрытием должны демонстрировать признаки обратного восстановления, растрескивания или присутствие тонкоизмельченного материала.

В-7. Отчетность

Отчет об испытаниях должен включать в себе следующую информацию:

-информацию по подложке: тип ламината, сопротивление припоя, окончательная обработка (SMOBC/HASL, пайка оплавлением припоя, OPS и проч.) и окончательная очистка.

-информацию о конформном покрытии, если использовалось

-описание испытательного образца (например, P/N, тип сборки, использованные элементы)

-информацию о среде проведения испытаний на поверхностное сопротивление изоляции и результатам.

-результаты визуальной проверки, проводившейся после испытания на поверхностное сопротивление изоляции.

Приложение Г

Минимальный электрический зазор – размещение электрических проводников

Примечание: Приложение Г цитируется по групповому стандарту IPC-2221 по конструкции печатных плат (издание февраль 1998) и предназначено только для ознакомления. Стандарт находится в обращении с момента печати. Пользователь несет ответственность и должен использовать наиболее позднюю версию стандарта IPC-2221 применяя его на свою продукцию Нумерация разделов и величины в таблице взяты из IPC-2221

Следующая цитата из IPC-2221 относится только к этому приложениюю:1.4. Интерпретация – «должен» , повелительная форма глагола, используемая в данном стандарте (IPC-A-610C Приложение В), если требование определяет условие, обязательное для выполнения

IPC-2221 – 6.3. Электрический зазор. Расстояние между проводниками на отдельных слоях должно быть максимальным, если это возможно. Минимальное расстояние между проводниками, проводящим рисунком, расстояние между проводящим расстоянием между слоями (z=ось), и между проводящими материалами (такими как проводящие метки или монтажное оборудование) и проводниками должно соответствовать таблице 6-1 и определяется по чертежу-прототипу. См дополнительную информацию по допускам, которые затрагивают требование по электрическому зазору в разделе 10.

Если на одной плате есть разное напряжение, и в результате этого требуется проводить отдельные виды электрических испытаний, то такие зоны должны быть выделены на чертеже-прототипе или упомянуты в соответствующем техническом задании на проведение испытаний. При наличии высоких напряжений и особенно при переменном токе и напряжениях с потенциалом более 200Вольт, при обеспечении рекомендуемых зазоров необходимо учитывать диэлектрическую постоянную и эффект разделения емкостей материала.

Для напряжений более 500Вольт величины таблицы необходимо сложить с 500В. Например, электрический зазор для платы типа В1 с 600В рассчитывается так:

600В-500В = 100В

0,25мм (0,00984дюйма) + (100В x 0,00025мм)

=0,050мм (0,019 дюйма) зазор

Если из-за критичности конструкции рассматривается другое размещение проводников, то расстояние между проводниками на отдельных слоях (в одной плоскости) должно быть больше минимального, требуемого согласно таблице 6-1, если возможно. Компоновка платы должна быть такой, чтобы обеспечивать максимальное расстояние между проводящими зонами на внешнем слое, на которых располагаются микросхемы с высоким удельным сопротивлением или высоковольтные схемы. Это позволит свести к минимуму проблему утечки электричества, происходящей из-за конденсирования влаги или высокой влажности. Не следует надеяться только на покрытия для обеспечения высокого сопротивления поверхности проводников.

IPC-2221 – 6.3.1. В1 –внутренние проводники. Требования по электрическому зазору для внутренних соединений проводник – проводник и проводник – сквозное соединение для любого возвышения (см таблицу 6-1).

IPC-2221 – 6.3.2. В2 – внешние проводники, без покрытия, уровень мор до 3050м (10007футов). Требований по электрическому зазору для внешних проводников не имеющих покрытия значительно больше чем для проводников, которые будут защищены от внешних загрязнителей конформным покрытием. Если собранных конечный продукт не предназначен для покрытия конформным покрытием, то расстояние на между оголенными проводниками на плате должно соответствовать расстоянию, определенному для данной категории от уровня моря и до возвышения 3050м (10007футов) (см таблицу 6-1).

IPC-2221 – 6.3.3. В3-внешние проводники, без покрытия, уровень выше 3050м (10007футов). Внешние проводники, применяющиеся на платах без покрытия на высотах более 3050м (10007футов) требуют еще больших зазоров, чем те, что определены для категории В2 (см таблицу 6-1).

IPC-2221 – 6.3.4. В4 – внешние проводники с постоянным полимерным покрытием (любое возвышение). Если окончательно собранная плата не покрывается конформным покрытием, то перманентное полимерное покрытие на проводниках на незащищенной печатной плате позволит обеспечить расстояния между проводниками меньше, чем те, то определены для непокрытых плат категории В2 и В3. Электрические зазоры на сборке между контактными площадками и выводами без конформного покрытия должны соответствовать требованиям по категории А6 (см таблицу 6-1). Даная компоновка не применима в сборках, где требуется защита от жесткой среды, влажности, загрязнений.

Типичным местом применения являются компьютеры, офисное оборудование, коммуникационное оборудование, несмотированные платы, эксплуатируемые в среде с контролируемыми параметрами, причем платы имеют полимерное покрытие с двух сторон. После сборки и пайки платы не покрывают конформным покрытием, оставляя паяные соединения и контактные площадки открытыми.

Примечание: Все проводники, кроме контактных площадок для пайки должны полностью быть покрытыми, чтобы гарантировать требование по электрическому зазор в категории проводников с покрытием.

IPC-2221 – 6.3.5.А5-внешние проводники с конформным покрытием, нанесенным на сборку (для любого возвышения). Внешние проводники, предназначенные для нанесения конформного покрытия в окончательной сборке, и применяемые на любых высотах, должны обеспечивать соответствие требованиям по электрическому зазору, соответствующему данной категории.

Типичным местом применения является военная продукция, где окончательная сборка полностью покрывается конформным покрытием.

Перманентные полимерные покрытия обычно не используются, кроме того, что могут выступать в качестве материала, не поддающегося пайке. Однако, необходимо учитывать совместимость полимерного и конформного покрытия, если они используются совместно.
IPC-2221 – 6 3 6. А6 – Вывод / клемма внешнего элемента, без покрытия, высоты от уровня моря до 3050м (10007 футов). Выводы и клеммы внешних элементов без конформного покрытия требуют соблюдение требованиям, соответствующим данной категории.
Типичным местом применения как указывалось выше, является категории В4. Комбинация В4 / А6 наиболее часто применяется в коммерческой не жесткой среде с целью получения выгоды от высокой плотности размещения проводников, защищенных перманентным полимерным покрытием (не поддающимся пайке) или в сборках, в которых не требуется осуществлять ремонт / восстановление элементов.
IPC-2221-6.3.7. А7 – выводы / клеммы внешних элементы с конформным покрытием (ля любых высот). Электрический зазор для выводов / клемм элементов с покрытием меньше, чем для непокрытых выводов и клемм.

IPC-2221 – Таблица 6-1 – Зазор между электрическими проводниками

Напряжение между проводниками (пики постоянного и переменного токов)	Минимальный зазор						
	Несмонтированная плата				сборка		
	В1	В2	В3	В4	А5	А6	А7
СМОТРИ ВЕЛИЧИНЫ В ОРИГИНАЛЕ НА СТР 48							

В1 – ВНУТРЕННИЕ ПРОВОДНИКИ
В2 – внешние проводники, без покрытия, высоты от уровня моря до 3050м (10007футов)
В3 - внешние проводники, без покрытия, высоты более 3050м (10007футов)
В4 – внешние проводники с перманентным полимерным покрытием (любые высоты)
А5 – внешние проводники с конформным покрытием на всей сборки (любые высоты)
А6 –выводы / клеммы внешних проводников, без покрытия, высоты от уровня моря до 3050м (10007футов)
А7 – концевые выводы внешних проводников, без конформного покрытия (любые высоты)

Приложение Д
Сравнение соединений, выполненных SnPb и безсвинцовыми припоями
См в оригинале на стр 49-52

Единый промышленный стандарт

J-STD-001DS
ноябрь 2006

Применение в космической области
Электронная аппаратура
Приложение к J-STD-001D
Требования к паяным электрическим и электронным узлам

Принципы стандартизации

В мае 1995 г. Технический исполнительный комитет IPC принял Принципы Стандартизации как основополагающий принцип программы работ IPC.
Стандарты должны:

- иметь отношение к проектированию с учетом технических требований и защиты окружающей среды
- сократить сроки сбыта изделий
- быть написаны на простом (упрощенном) языке
- содержать данные о технических характеристиках
- быть ориентированы на конечный продукт
- включать систему с обратной связью в целях применения, устранения неполадок и усовершенствования

Стандарты не должны:

- препятствовать техническому прогрессу
- увеличивать период от начала разработки изделия до выхода его на рынок
- отстранять людей
- увеличивать время цикла
- навязывать методы решения задач
- содержать что-либо, что не может быть защищено данными

Уведомление
Стандарты и Публикации IPC служат общественному интересу путем устранения разногласий между изготовителями и покупателями, упрощения взаимозаменяемости и модифицирования изделий, оказанию помощи покупателю в выборе и приобретении соответствующей продукции для решения отдельно взятой задачи в кратчайшие сроки. Существование Стандартов и Публикаций IPC не должно никоим образом препятствовать членам и нечленам IPC производить и продавать продукцию, не соответствующую данным Стандартам и Публикациям, а также использовать эту продукцию нечленами IPC, независимо от того применяются эти стандарты на внутреннем рынке или за рубежом.
Рекомендуемые Стандарты и Публикации утверждены IPC, не принимая во внимание то, что их утверждение может затрагивать патенты на продукцию, материалы или процессы. Этим IPC не принимает на себя обязательства перед какими-либо владельцами патентов и сторонами, утверждающими Рекомендуемые Стандарты и Публикации. Пользователи несут полную ответственность по защите себя от каких-либо исков или обязанностей за нарушение патентного права.

Положение IPC в отношении исправления редакции с техническими характеристиками
Положение Технического исполнительного комитета IPC заключается в том, что применение публикаций IPC носит добровольный характер и является частью отношений, в которые вступили покупатель и поставщик. При обновлении публикации IPC и издании новой редакции ТИК полагает, что применение новой редакции как части существующих отношений не носит обязательный характер, если иное не оговорено контрактом. ТИК рекомендует использовать последнюю редакцию. (Утверждено 6 октября, 1998 г.)

Почему этот документ платный?
Ваша покупка данного документа вносит вклад в непрерывное развитие новых и обновленных промышленных стандартов и публикаций. Стандарты позволяют изготовителя, покупателям и поставщикам лучше понимать друг друга. Они обеспечивают большую эффективность изготовителям при организации ими производственных процессов, отвечающих промышленным стандартам, что, в свою очередь, позволяет им снизить цены покупателям.
IPC ежегодно тратит сотни тысяч долларов на поддержку добровольцев в процессе разработки стандартов и публикаций. Существует большое количество проектов, высылаемых для рецензирования и доработки, на которые комитет тратит много месяцев. Сотрудники IPC посещают и принимают участие в деятельности комитета, печатают и распространяют проекты документов, следуют всем необходимым процедурам по получению аккредитации Американского национального института стандартов.
Небольшие членские взносы IPC позволяют вовлекать как можно больше компаний. Таким образом, плата за стандарты и публикации дополняет членские взносы. Шкала цен предоставляет 50% скидку членам IPC. Если Вы покупаете стандарты и публикации IPC, воспользуйтесь этим с выгодой для себя, а также другими преимуществами членства IPC. Для получения информации по членству в IPC, зайдите на www.ipc.org или позвоните 847/597-2872.
Спасибо за поддержку.

IPC

Ассоциация, объединяющая электронную промышленность J-STD-00DS

Применение в космической области
Электронная аппаратура
Приложение к J-STD-001D
Требования к паяным электрическим и электронным узлам

Разработано рабочей группой (5-22as) по космическим электронным узлам J-STD-001Комитета по сборке и процессам соединения (5-20) компании IPC.

Участие пользователей данного издания в разработке новых редакций документа поддерживается.

Контактная информация:
IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Тел: 847 615.7100
Факс: 847 615.7105

1. **Область действия**

В этом Приложении описаны дополнительные требования, помимо опубликованных в J-STD-001D IPC, для обеспечения надежности паяных электронных и электрических узлов, которые выдерживают вибрацию и термодинамическую среду при попадании и работе в космосе.

Цель По требованию документации/чертежей, данное Приложение дополняет или заменяет особо обозначенные требования IPC/EIA J-STD-001, Редакция D от февраля 2005г.

Преимущество Контракт превосходит по значению данное Приложение, стандарты и утвержденные пользователем чертежи (см. IPC J-STD-001D 1.7.1). В случае конфликта между данным Приложением и применимыми документами, перечисленными в Приложении, Приложение имеет преимущественное значение. При отличии критерия первоочередности данного Приложения от опубликованного документа J-STD-001D, Приложение имеет преимущественное значение.

Существующие или ранее утвержденные проекты Данное Приложение **не должно никоим образом** быть причиной для перепроектирования ранее утвержденных проектов. Когда рисунки для существующих или ранее существовавших проектов претерпевают исправления, они должны быть учтены и изменены, что будет соответствовать требованиям данного Приложения.

Применение Данное приложение не должно использоваться как независимый документ.

Там, где критерии не дополняются, применяются требования класса 3 J-STD-001D IPC. Если требование J-STD-001D IPC изменяется или дополняется данным Приложением, пункт J-STD-001D IPC идентифицируется и полностью заменяется данным Приложением.

Пункты, измененные данным Приложением, не включают подчиненные пункты, если иное не указано (например, 1.4 не включает 1.4.1). Пункты, Таблицы, Рисунки и т.д. в J-STD-001D IPC, которые не перечислены в данном Приложении, применяются «как опубликованы».

Описание изменения обеспечивается для указания разницы между изначальным требованием и, во многих случаях, объяснением введенного изменения.

Сокращение вредных веществ (СВВ)

Уменьшение влияния Компоненты, подсистемы, узлы и аппаратура должны быть экранированы, чтобы ограничить внедрение безвыводной технологии в электрическое/электронное оборудование для космических полетов.

Электрические/электронные компоненты, определенные как имеющие внешние поверхности, металлическую обшивку, узлы металлизации и т.д. с безвыводным покрытием требуют повторного лужения всех открытых поверхностей оловянно-свинцовым припоем (SnPb) свинцового сплава (Pb) (мин. 3%) или полной защиты для уменьшения образования металлических усов на изделии конечного пользователя. Повторное лужение не должно вредить окружающей среде.

Подсистемы, узлы и монтажная аппаратура идентифицированные, как имеющие безвыводным поверхности, металлическую обшивку, узлы металлизации и т.д. должны быть защищены для уменьшения образования металлических усов на изделии конечного пользователя.

Мягкий безвыводной припой (<Pb03) не должен быть использован в производстве космической или иной критически важной аппаратуры.

Уменьшение оловянных усов Электрические/электронные компоненты, определенные как имеющие внешние поверхности, металлическую обшивку, узлы металлизации и т.д. с безвыводным покрытием требуют повторного лужения всех открытых поверхностей оловянно-свинцовым припоем (SnPb), покрывающим все открытые поверхности безвыводных металлизированных проводников вплоть до запайки ввода. Процесс должен быть повторяем, контролируем, не наносить явные и скрытые повреждения, не вредить работоспособности компонента. Повторное лужение применимо ко всем компонентам (поверхностный монтаж и сквозные отверстия).

Следующие требования применимы к:

1. Лужение SnPb на компонентах (совместимые с СВВ) (с безвыводным внешним покрытием) должно покрывать все открытые поверхности проводников оловянно-свинцовым сплавом (SnPb). Этот процесс повлечет за собой нанесение (металлического) покрытия погружением вплоть до запайки ввода и потребует проверки того, что он контролируем, не наносит явные и скрытые повреждения, не вредит работоспособности компонента.
2. Паяное погружение проводников не должно превышать 5 секунд. Длительность контакта расплавленного припоя с запайкой ввода не должно превышать 2 секунды.

J-STD-001DS Таблица 1 Требования по применению в космической области

Ссылка J001D	Требование (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
1.5	**Определение требований** Когда в документе используется слово «**должен**», это означает, что требование обязательно. Если слово «**должен**» приводит к дефекты аппаратуры, по меньшей мере, одного класса, требования для каждого класса аннотированы в текстовых окнах, смежных с окнами, присутствующими в тексте. Эти окна собраны в Приложении А. В случае расхождений между требованиями в текстовых окнах и Приложением А, требования, перечисленные в окнах, имеют преимущественное значение. Линейные чертежи и иллюстрации описаны для оказания содействия при трактовке письменных требований данного стандарта. Текст имеет преимущественное значение над рисунками. IPC-HDBK-001, сопутствующий данной спецификации документ, содержит ценную пояснительную и учебную информацию, составленную Техническими комитетами IPC и относящуюся к спецификации. Хотя Справочник не является частью спецификации, когда существует путаница в формулировках, читатель обращается за помощью к Справочнику.	Первый параграф сменил формулировку таким образом, что слово «**должен**» выражает обязательное требование.
1.5.1	**Дефекты аппаратуры** Характеристики или условия аппаратуры, не соответствующие требованиям данной спецификации, выявляемые при проверке или анализе должны классифицироваться, как дефекты аппаратуры. Дефекты аппаратуры должны быть идентифицированы и устранены, например, переоборудование, сдача в металлолом, использование «как есть», ремонт. В ответственность пользователя (см. 1.8.13) входит определение дополнительных или уникальных категорий дефектов, применимых к изделию. В ответственность изготовителя (см. 1.8.5) входит идентификация дефектов, уникальных для процесса сборки (см.1.13.2).	Пункт переименован для удаления ссылки на Индикаторы Процесса. В данном Приложении не переписан каждый пункт стандарта с целью удаления текстовых окон. Как указано в пункте 1.5 Приложения, несоответствие слову «**должен**» всегда является дефектом и текстовые окна игнорируются.
1.6	**Общие требования** Монтаж на поверхности должен пройти процедуры «Проектирования надежных систем», основанные на параметрах проектирования, условиях эксплуатации, расчетным сроком службы и приемлемом риске отказа для обеспечения надежности функционирования. Для получения информации по «Проектированию надежных систем» см. IPC-D-279 и IPC-9701. Операции по пайке, оборудование и условия, описанные в данном документе, основаны на электрических/электронных схемах, спроектированных и изготовленных в соответствии со спецификациями Таблицы 1-1.	Первый параграф был удален, так как он описывает соглашение по классу изделия. В п. 1.4 утверждается, что, когда критерии не дополнены, применяются требования класса 3 J-STD-001D.
1.10	**Квалификация персонала** Все инструкторы, операторы и инспекторы должны быть квалифицированы для выполняемых задач. Объективные данные о квалификации должны быть предоставлены и проверены. Объективные данные должны включать аттестаты обучения на выполнение работ, опыт работы, тестирование на требования данного стандарта и/или результаты периодической переквалификации. Обучение должно соответствовать Программе сертификации и обучения J-STD-001 IPC с добавлением Модуля 6, Космические требования к паяным электронным узлам. Обучение должно контролироваться ведущим инструктором IPC (Массачусетский технологический институт США)	Последнее предложение опубликованного параграфа J-STD-001D IPC было удалено, чтобы запретить лицам, обучающим работам, изготавливать космическую аппаратуру. Новый второй параграф был добавлен: он обуславливает структурное обучение в классе, что описано в J-STD-001 IPC (Массачусетский технологический институт США)
1.11	**Требования акта приемки** Все изделия должны соответствовать требованиям сборочных чертежей/документации и требованиям, описанных в данном Приложении. Изготовители должны выполнять 100% проверку с использованием либо визуальный осмотр, либо неразрушающий контроль. Методы неразрушающих испытаний должны быть одобрены пользователем до ввода в эксплуатацию.	«для применимого класса изделия» было удалено из первого предложения, так как фраза относится к другим классам изделий. В п. 1.4 утверждается, что, когда критерии не дополнены, применяются требования класса 3 J-STD-001D. Второй параграф и его маркеры были заменены в целях требования 100% проверки всех изделий и одобрения пользователем всех методов неразрушающих испытаний до ввода в эксплуатацию.

Ссылка J001D	Требование (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
1.13.2.2	**Высокочастотные изделия** Высокие частоты (например, радиоволны и микроволны) могут требовать зазоры между элементами конструкции, установочные устройства и конструкции узлов, которые варьируются в зависимости от требований, указанных в данном документе. Если требования к высокочастотным конструкциям не соответствуют требованиям к монтажу конструкции или элементам, указанным в данном документе, изготовители могут использовать альтернативные конструкции. Альтернативные конструкции, включая критерий приемки должны быть одобрены пользователем до ввода в эксплуатацию.	Добавлено требование для утверждения пользователем альтернативных конструкций и критериев до ввода эксплуатацию. Это уникальная тематика, требующая уникальных процессов. Важно знать, как изготовитель намерен производить эти типы изделий, чтобы обеспечить безопасность персонала и/или аппаратуры и что альтернативные конструкции будут исправно функционировать в условиях космоса.
1.13.2.3	**Конструкции с высоким напряжением** Конструкции с высоким напряжением могут требовать зазоры между элементами конструкции, установочные устройства и конструкции узлов, которые варьируются в зависимости от требований, указанных в данном документе. Если требования к высокочастотным конструкциям не соответствуют требованиям к монтажу конструкции или элементам, указанным в данном документе, изготовители могут использовать альтернативные конструкции. Альтернативные конструкции, включая критерий приемки должны быть одобрены пользователем до ввода в эксплуатацию.	Добавлено требование для утверждения пользователем альтернативных конструкций и критериев до ввода эксплуатацию. Это уникальная тематика, требующая уникальных процессов. Важно знать, как изготовитель намерен производить эти типы изделий, чтобы обеспечить безопасность персонала и/или аппаратуры и что альтернативные конструкции будут исправно функционировать в условиях космоса. Ссылка на неисправные жилы кабелей в J-STD-001D была удалена, так как данное Приложение не допускает использование неисправных жил кабелей.
3.1	**Материалы** Материалы и процессы для сборки/изготовления электронных узлов должны быть отобраны так, чтобы их применение в совокупности гарантировало производство изделий, соответствующих данному стандарту. Когда основные элементы испытанных процессов изменены (например, флюс, паяльная паста, моющее средство или система, припой или паяльная система), должна быть выполнена и подтверждена документами проверка приемлемости изменения (-й) в соответствии с Приложением С или других утвержденных испытаний, согласованных изготовителем и пользователем и утвержденных пользователем до ввода в эксплуатацию. Основные элементы могут также иметь отношение к перемене поставщика печатных плат, паяльного сопротивления или узла металлизации. Элементы с ограниченным сроком хранения должны храниться в соответствии с рекомендациями и документированными процедурами изготовителя материалов по контролю и продлению срока хранения и т.д.	Эти три параграфа заменяют Пункт 3.1 J-STD-001D. Поскольку изменения основных этапов процесса влияют на надежность, третье предложение было перефразировано и стало требованием, что все кардинальные изменения испытанных процессов оцениваются и утверждаются пользователем до ввода в эксплуатацию. Последнее предложение было добавлено для обеспечения контроля за ограниченным сроком хранения элементов.
3.2	**Припой** Припой должен соответствовать J-STD-006 или эквивалентному. Высокотемпературные припои, например, Sn96, должны быть использованы только, где специально указано в утвержденных чертежах. Припои, кроме Sn60A, Pb36B и Sn63A, обеспечивающие эксплуатационный ресурс, работоспособность и надежность изделия могут быть использованы при выполнении всех прочих условий стандарта, изучении и утверждении пользователем объективных данных о стандарте до ввода в эксплуатацию. Флюс, который является присадочной проволокой с флюсовым сердечником, должен отвечать требованиям п. 3.3. Процентное содержание флюса варьируется.	Перефразировано для обоснования совместимости альтернативных припоев с данными для обеспечения рабочего режима альтернативных припоев для ожидаемой среды и утверждения пользователем до ввода в эксплуатацию. Также можно использовать высокотемпературные припои, как Sn96, где специально указано.
3.3	**Флюс** Флюс должен соответствовать J-STD-004 или эквивалентному. Флюс должен соответствовать уровням активности L0 или L1 канифоли или смолы. При использовании других уровней активности или флюсовых материалов, данные, демонстрирующие соответствие с испытаниями Приложения С или другими согласованными изготовителем и пользователем испытания, должны быть одобрены пользователем до ввода в эксплуатацию. **Примечание:** Комбинирование процессов пайки флюсовой или паяльной пасты, раннее испытанное и отвечающее требованиям спецификации, не требует дополнительных испытаний. Флюсы типа Н и М не должны использоваться для лужения изолированных проводов, за исключением одножильных проводов с изоляцией, сцепленных с проводом, например, обмоточный провод электромагнита. Для всех изделий с флюсом, где не применяется чистка, должны быть использованы флюсы типа канифоли или смолы уровня активности L0 или эквивалентные.	Первое предложение было перефразировано, чтобы не допустить использование флюсов кроме тех, что показаны на космической аппаратуре, без предварительного одобрения пользователя. Перефразирован конец предложения для введения требования по одобрению пользователя до ввода в эксплуатацию для более высоких уровней активности флюса, в результате которых остается остаток, приводящий к коррозии и росту проводимости.
3.7	**Химическое удаление покрытия** Химические растворы, пасты и кремы для удаления покрытия одножильных проводов не должны приводить к ухудшению качества проводов. Химические растворы не должны применяться к многожильным проводам. Материалы для удаления покрытий должны быть полностью нейтрализованы и очищены так, чтобы не оставлять остатка от удаления покрытия, нейтрализации или чистки.	Новое последнее предложение было добавлено для обеспечения отсутствия остатка в результате удаления покрытия или чистки.

Ссылка J001D	Требование (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
3.9	**Компоненты** Компоненты (например, электронные устройства, механические части, печатные платы) для сборки должны быть совместимы со всеми материалами и процессами, например, рабочая температура для изготовления узла/изделия. Компоненты, чувствительные к влаге (как классифицировано IPC/JEDEC J-STD-020 или другой документированной процедурой классификации), должны соответствовать IPC/JEDEC J-STD-033 или другой документированной процедуре. Во время лужения электропроводки, необходимо присоединить теплоотвод к термочувствительной проводке компонентов. Если применить эффективный теплоотвод невозможно, компонент должен быть предварительно нагрет.	Добавлен третий параграф для обеспечения защиты термочувствительных компонентов в процессе производства.
3.9.3	**Удаление золота** Независимо от толщины, золото должно быть удалено: • С мин. 95% поверхности, подлежащей пайке электропроводки компонентов для установки в отверстие. • С мин. 95% всех поверхностей компонентов с поверхностным монтажом, подлежащих пайке, независимо от толщины золотого покрытия. • С поверхностей, подлежащей пайки, паяльных терминалов. • Процесс двойного лужения или динамическая пайка волнового припоя могут быть использованы для удаления золота. Внешнее покрытие из золота с никелем на печатных платах освобождается от этого требования. Эти требования можно игнорировать, если присутствует документированные объективные данные об отсутствии проблем, связанных с хрупкостью, вызванной пайкой и связанной с наличием золота.	Для решения проблем хрупкости, первый маркер был перефразирован , чтобы не допустить пайки до толщины золота 2,5 µm (0,0984 мил). Третий маркер был перефразирован, чтобы добавить слова «подлежащий пайке» для внесения ясности в то, что весь терминал не требует удаления золота; и недопущения пайки до толщины золота 2,5 µm (0,0984 мил).
3.9.4	3.9.4 **Повторная обработка непаяемых частей** Проводка компонента, концевая заделка или плата, не отвечающие требованиям пригодности к пайке 3.9.1 могут быть переработаны (например, погружением в горячий припой) перед пайкой. Переработанная часть должна отвечать требованиям 3.9.1.	Ссылка на теплоотвод была удалена, теплоотвод упомянут в исходном пункте 3.9.
3.11	**Паяльные инструменты и оборудование** Инструменты и оборудование должны быть отобраны, использованы и содержаны в исправности так, чтобы в результате их применения не было нанесено ущерба деталям и узлам. Паяльники, оборудование и системы должны быть отобраны и использованы для контроля температуры и изоляции от электрического перенапряжения или снятия электростатического разряда (см. 4.1) и откалиброваны в соответствии с ISO 17025 или ANSI/NCSL-Z540 -1-1994. Инструмент, используемый для резки проводов, не должен производить ударное воздействие, которое наносит вред запайке ввода или внутреннему соединению. Смотрите Приложение В для получения указаний по выбору и обслуживанию инструментов.	Слово «использованы» было введено для создания требования по выбору надлежащих инструментов и использованию их по назначению, а также добавлено требование калибровки. Калибровка до известного стандарта – важная операция процесса производства космической аппаратуры (хотя присутствует рекомендация в Приложении В, приложения в IPC J-STD-001D носят информационный характер и не считаются требованиями, если не оговорено иное)
4.3	**Общие требования к установке деталей** Когда ограничения конструкции не позволяют монтажным компонентам противостоять температурам пайки, характерным для отдельно взятого процесса, подобные компоненты должны быть установлены и припаяны к узлу с использованием процесса, применимого к подлежащей пайки детали. Детали должны быть установлены со значительными зазорами между корпусом и печатной платой для проведения надлежащей чистки и проверке на чистоту. Узлы необходимо чистить после каждой пайки, чтобы загрязнение не мешало последующему размещению и пайки. (см. 8, Требования к процедурам чистки). На узлах, использующих смешанную технологию монтажа компонентов, компоненты для установки в отверстие должны быть монтированы на одной стороне печатной платы. Компоненты для установки на поверхность могут быть монтированы на одну или обе стороны узла. Там, где требуется разборчивость маркировки, это должно быть указано на чертеже или в контракте. Детали необходимо устанавливать так, чтобы была видна маркировка деталей и кодовые обозначения.	Изменен конец первого параграфа для введения требования того, что процесс, использованный в «отдельной операции» не вредит компонентам. Удалено «если требуется чистка» из начала второго параграфа, так как вся аппаратура должна быть очищена. Вставлено новое первое предложение в четвертый параграф для введения требования о чертежах, где маркировка должна быть хорошо видна и разборчива.

Ссылка J001D	Требование (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
4.9.3	**Сушка/дегазация** До начала пайки узел должен быть обработан для удаления вредоносной влаги и других летучих веществ в соответствии с документированным процессом.	Необязательное условие было заменено на требование, так как невысушенные печатные платы восприимчивы к повреждениям и дефектам пайки при высоких температурах пайки.
4.14.3	**Дефекты паяных соединений** Следующие условия паяных соединений должны считаться дефектами: 1. Расколотые паяные соединения. 2. Разрушенные паяные соединения. 3. Соединения холодной пайкой. 4. Пайка, нарушающая минимальный габарит провода (например, параллельного соединения) или контактирует с корпусом компонента (за исключением случаев в 7.6.7 и 7.6.8). 5. Несоответствие критерию смачивания 4.14. 6. Перемычки между соединениями, за исключением случаев, когда межсоединение представлено в проекте. 7. Перегретое паяльное соединение. 8. Прогары, газовые пузыри и раковины (где не видно дна и сторон) 9. Избыточная пайка (пайка в радиусе изгиба детали, вращающейся на валу, в металлизированных монтажных отверстиях не является браком, при условии, что пломба правильно сформирована, радиус верхней поверхности различим и пайка не больше 1 диаметра корпуса детали или конца пломбы). 10. Недостаточная пайка. 11. Канифольное паяное соединение. 12. Загрязнение (например, флюс, пыль, грязь, несовместимая пайка/металл).	Пункты с 7 по 12 были добавлены к изначально опубликованным критериям J-STD-001D IPC для дефектов паяных соединений.
4.14.4	**Частично видимые и скрытые паяные соединения** Частично видимые и скрытые паяные соединения приемлемы при условии, что выполняются следующие условия: 1. Конструкция не ограничивает растекание припоя в какой-либо элемент соединения на боковые паяные контактные участки узла (например, сквозные металлизированные отверстия). 2. Видимая часть соединения на обеих сторонах паяного соединения сквозного металлизированного отверстия (или видимой части соединения компонента с поверхностным монтажом) допустима. 3. Управление процессом осуществляется с воспроизводимостью методов сборки. 4. Для паяных соединений, не отвечающих вышеперечисленным условиям, должен быть провести неразрушающие испытания. Пользователь должен утвердить методику неразрушающих испытаний до ввода в эксплуатацию.	Поскольку все соединения требуют проверки, был добавлен п. 4, где представлена необходимость проведения неразрушающих испытаний, если условия п. 1 – 4 не выполняются. Методика неразрушающих испытаний требует утверждения до ввода в эксплуатацию, так как пользователь обязан получить больше информации о потенциальном вреде для конструкции (например, максимально допустимые уровни излучения, которые выдерживает конструкция).
5.1	**Подготовка кабелей и проводки** Обесцвечивание изоляции в результате теплового удаления покрытия допустимо; однако изоляция не должна быть сгореть. Агенты химического удаления изоляции должны использоваться только для одножильных проводов и быть нейтрализованы или удалены до начала пайки (см. п. 3.7 данного Приложения). Таблица 5-1 не применяется; надрезанные или порванные жилы провода должны отсутствовать. Исключение: допустимо повреждение жил проводов до 10% деформации, вызванной надрезами или царапинами, если повреждение полностью заделано паяным соединением. Для проводов с магнитным покрытием визуальная аномалия, при которой не видно основной сплав, не считается повреждением жил проводов. Провода с незначительной деформацией должны соответствовать пределам деформации, указанным в параграфе 6.1.2 данного Приложения	Изменение было введено для брака любых поврежденных жил и определения пределов деформации, допускаемых для компонентов в п. 6.1.2 данного Приложения. Надрезанные или поцарапанные провода легко рвутся, что приводит к засорению, размыканию схем и электрическому перенапряжению из-за укороченной длины проводов.
5.3.6	**Таблица 5-2 Требования пайки к выводам проводов** Заменяет Таблицу 5-2 J-STD-001D Критерий — Требование А. Периферийный галтель и смачивание – сторона пайки — 360° В. Процентное содержание контактного участка стороны пайки, покрытого смоченной пайкой — 75%	П. А был изменен с 330° на 360° для предотвращения задержки флюса, соединений спайки и минимизации нагрузки вокруг соединений.

<table>
<tr><th>Ссылка J001D</th><th>Требование (как изменено в данном Приложении)</th><th>Описание изменения</th></tr>
<tr><td>6.1.1</td><td>Формовка выводов Выводы деталей и компонентов должны быть выполнены в последней конфигурации, исключая фиксирующие загибы до начала сборки и монтажа. Процесс формовки выводов не должен вредить запайке ввода, сварным швам или внутренним соединениям компонентов. Выводы не должны быть исправлены, за исключением незначительной регулировки углов загиба.
Выводы должны удлиняться минимум на один свой диаметр и толщину, но не более, чем 0,8мм от корпуса или сварного шва до начала радиуса загиба (см. рис. 6-1)
Радиус загиба вывода должен соответствовать Таблице 6-1.
Примечание: Измерение проводится с конца детали. (Конец детали включает покрытие, припой, валик сварного шва или припоя и любая другая выступающая часть.)
Таблица 6-1 Радиус загиба выводы
<table>
<tr><th>Диаметр выводы</th><th>Минимальный радиус загиба (Р)</th></tr>
<tr><td>Менее 0,8 мм</td><td>1 диаметр/толщина</td></tr>
<tr><td>0,8 – 1,2 мм</td><td>1,5 диаметра/толщины</td></tr>
<tr><td>Более 1,2 мм</td><td>2 диаметра/толщины</td></tr>
</table></td><td>Последнее предложение первого параграфа было добавлено, так как формовка вывода производит холодную обработку металлов. Множественная формовка может привести к усталостному разрушению вывода.</td></tr>
<tr><td>6.1.2</td><td>Пределы деформации выводов Независимо от того, как формируются выводы: вручную, автоматически или штамповкой, детали и компоненты не должны монтироваться, если их выводы имеют надрезы, царапины или канавки.
Исключение: допустимо повреждение жил проводов до 10%деформации, вызванной надрезами или царапинами, если повреждение полностью заделано паяным соединением. Небольшие углубления до 10% диаметра, ширины или толщины вывода допустимы, например, метки инструментов, и если приемлемо для специально сплюснутых выводов (см. 7.1.4). Оголенный основной сплав допустим, если деформация не превышает пределы, указанные в этом параграфе, и не влияет на пригодность к пайке.</td><td>Первое предложение было перефразировано, чтобы не допустить «надрезы и деформацию, превышающую 10% диаметра, ширины или толщины вывода...»; последнее предложение было перефразировано, чтобы сохранить неразрывность с измененным требованием в первом предложении.
Напряжение концентрируется в V-образной области надрезов, царапин и канавок. Данной тип повреждения считается неприемлемым, даже если только 5% диаметра вывода вызвал повреждение вывода в течение вибрационных испытаний.</td></tr>
<tr><td>6.1.3</td><td>Требования к заделке выводов Выводы компонентов в посадочных отверстиях могут быть заделаны с использованием прямой сквозной, частично загнутой или полностью загнутой конфигурации. Загиб должен быть достаточным для обеспечения механического удержания во время процесса пайки. Ориентация загиба относительно какого-либо проводника зависит от усмотрения пользователя.
Выводы двухрядного корпуса должны иметь, по меньшей мере, два диагонально противопоставленных вывода, частично загнутых наружу.
Заделки выводов в непосадочных отверстиях должны быть загнуты под минимальным углом 45 градусов.
Если вывод или провод загнуты, вывод должен быть смочен в загнутой области. Контур вывода должен быть виден в паяном соединении.
Закаленные выводы не должны быть заделаны в (полностью) загнутой конфигурации.
Выступ вывода не должен нарушать требования минимального электрического зазора проводов.
Выступ вывода должен соответствовать Таблице 6-2 для непосадочных отверстий или Таблице 6-3 для посадочных отверстий.
Таблица 6-2 Выступ выводов в непосадочных отверстиях
<table>
<tr><td>Мин. длина</td><td>Достаточно для загиба</td></tr>
<tr><td>Макс. длина[1]</td><td>Отсутствие опасности короткого замыкания[2]</td></tr>
</table>
Примечание 1: Выступ вывода не должен превышать 2,5 мм, если есть вероятность нарушения минимального электрического пространства, повреждения паяных соединениях из-за отклонения выводов или проникновения статической защитной упаковки во время последовательной транспортировки и эксплуатации
Примечание 2: См. 6.2.1
Таблица 6-3 Выступ выводов в посадочных отверстиях
<table>
<tr><td>Мин. длина</td><td>Конец виден в припое[1]</td></tr>
<tr><td>Макс. длина</td><td>2,25 мм</td></tr>
</table>
Примечание 1: Для плат более 2,3мм толщиной с компонентами, имеющими заранее установленные длины выводов, например, двухрядные корпуса, гнезда, разъемы, как минимальное требование быть утопленным в поверхность платы, но может быть невидимым в последовательном паяном соединении.
Разъем, реле и закаленный вывод освобождаются от требования максимальной длины при условии, что они не нарушают минимальное электрическое пространство на более высоком уровне узла.</td><td>Добавлен новый последний параграф, освобождающий разъем, реле и закаленный вывод от пределов выступа. Удалены примечание 2 из таблицы 6-3, так как оно применяется к классам 1 и 2.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Ссылка J001D</th><th>Требование (как изменено в данном Приложении)</th><th>Описание изменения</th></tr>
<tr><td>6.3.2</td><td>Таблица 6-5 Заменяет Таблицу 6-5 J-STD-001D
<table>
<tr><th></th><th>Критерий</th><th>Требование</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>Периферийное смачивание на стороне пайки вывода или втулки</td><td>360°</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Вертикально наполнение припоя. Примечание 2</td><td>75%</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>Периферийный галтель смачивание на стороне пайки вывода и втулки. Примечание 2</td><td>360°</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>Процентное содержание изначальной контактной области, покрытой смоченным припоем на стороне заданного места пайки. Примечание 3</td><td>0</td></tr>
<tr><td>5.</td><td>Процентное содержание изначальной контактной области, покрытой смоченным припоем на стороне источника пайки.</td><td>75%</td></tr>
</table>
Примечание 1: Смоченная пайка относится к пайке, выполняемой в результате любого процесса пайки, включая интрузивное паяние.
Примечание 2: Применяется к любой стороне, куда был нанесен припой или паяльная паста. 25% незаполненной высоты включает сумму источника и заданной координаты бокового углубления.
Примечание 3: При условии, что пайка растеклась сверху и была смочена; вывод и ламель перед удалением, понижение или отклонение не объясняются образованием паяной раковины или пузыря.</td>
<td>Пункты 1 и 3 были изменены для введения требования о полном периферийном смачивании. Недостаток полного периферийного смачивания вокруг вывода, втулки или ламели вызывает проблемы паяемости, которые подлежат решению. Примечания 1 и 2 аналогичны опубликованным в J-STD-001D IPC. Примечание 3 было изменено для уточнения. Примечание 4 было удалено, так как оно применимо только к классу 2.</td></tr>
<tr><td>Таблица 7-1</td><td>Таблица 7-1 Заменяет Таблицу 7-1 J-STD-001D
<table>
<tr><td>1. Две ширины вывода для плоских выводов</td></tr>
<tr><td>2. Две ширины вывода для отчеканенного вывода</td></tr>
<tr><td>3. Два диаметра вывода для круглого вывода</td></tr>
</table></td>
<td>Ряд 1 был увеличен до 2 ширины вывода. Для жестких условий эксплуатации дополнительно нужно учесть максимизацию минимально доступной длины контакта для 1,2,3.</td></tr>
<tr><td>7.1.1</td><td>Формовка вывода с помощью компонента с поверхностным монтажом Не должно быть ненамеренного формирования вывода за пределами, указанными в параграфе 6.1.2</td><td>Весь пункт (включая подпункты а-е) был удален и заменен требованием этого Приложения. Ненамеренное формирование может повлиять на снятие напряжений и привести к усталостному разрушению.</td></tr>
<tr><td>7.3</td><td>Расположение выведенного корпуса компонента Максимальный зазор между дном выведенного корпуса компонента и поверхности печатного монтажа должен составлять 2,0 мм. Детали, изолированные от схем или над поверхностями без оголенных схем могут быть монтированы скрыто. Неизолированные детали, установленные над оголенными схемами или находящиеся в непосредственно близости от других проводящих материалов должны быть разведены подходящей изоляцией.</td><td>Последнее предложение было перефразировано для введения требования об изоляции подходящим материалом, так как воздушный зазор является неподходящим диэлектриком.</td></tr>
<tr><td>7.6.3</td><td>Таблица 7-3 Заменяет Таблицу 7-1 J-STD-001D
<table>
<tr><th>Параметр</th><th>Размер</th><th>Требование</th></tr>
<tr><td>Максимальный боковой выступ</td><td>A</td><td>25% (W) Примечание 1</td></tr>
<tr><td>Выступ конца</td><td>B</td><td>Не допустимо</td></tr>
<tr><td>Минимальная ширина стыкового соединения</td><td>C</td><td>75% (W) или 75% (P), которая меньше</td></tr>
<tr><td>Минимальная длина бокового соединения</td><td>D</td><td>Примечание 3</td></tr>
<tr><td>Максимальная высота переходной поверхности</td><td>E</td><td>Примечание 3</td></tr>
<tr><td>Минимальная высота переходной поверхности</td><td>F</td><td>Примечание 3</td></tr>
<tr><td>Толщина припоя</td><td>G</td><td>Примечание 3</td></tr>
<tr><td>Минимальный концевой выступ</td><td>J</td><td>50% длины металлизации вывода конца компонента</td></tr>
<tr><td>Длина вывода</td><td>L</td><td>Примечание 2</td></tr>
<tr><td>Ширина области</td><td>P</td><td>Примечание 2</td></tr>
<tr><td>Ширина вывода</td><td>W</td><td>Примечание 2</td></tr>
</table>
Примечание 1: Не нарушает минимального электрического зазора.
Примечание 2: Не указанный параметр или переменная с размером, установленным в конструкции
Примечание 3: Смачивание очевидно.</td>
<td>Размер А был изменен для обеспечения, по меньшей мере, 75% ширины вывода на ламели; размер J был изменен для обеспечения минимум 50% длины вывода на ламели.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Ссылка J001D</th><th>Требование (как изменено в данном Приложении)</th><th>Описание изменения</th></tr>
<tr><td>7.6.6</td><td>Зазубренные концевые заделки
1. Если детали с зазубренными концевыми заделками выбраны для конструкции, их применение должно быть одобрено пользователем. При использовании применяется действующие требования J-STD-001D.
2. Пояснение взаимосвязи между параметрами D и G: Если деталь имеет металлизацию на дне, минимальная длина бокового соединения, показанного как параметр D, становиться параметром G, длиной металлизации на дне.</td><td>1. Зазубренные детали не рекомендуют для применения в космической области. Несоответствие коэффициента теплового расширения между деталью и основанием печатной платы могут значительно снизить долговечность паяных соединений.
2. Поскольку деталь, выбранная для рисунка 7-6, не имеет металлизации на дне, можно предположить, что смачивание любой металлизации на дне до контактного участка не требуется. В J-STD-001D указано, что параметр G требует смачивания между металлизацией на дне и контактным участком.</td></tr>
<tr><td>7.6.8</td><td>Таблица 7-8 Заменяет Таблицу 7-8 J-STD-001D
<table>
<tr><th>Параметр</th><th>Размер</th><th>Требование</th></tr>
<tr><td>Максимальный боковой выступ</td><td>A</td><td>25% (W) или 0,5мм, который меньше; Прим.1</td></tr>
<tr><td>Максимальный выступ кромки лицевой поверхности</td><td>B</td><td>Прим. 2</td></tr>
<tr><td>Минимальная длина стыкового соединения</td><td>C</td><td>75% (W)</td></tr>
<tr><td>Минимальная длина бокового соединения</td><td>D</td><td>100% доступного вывода до поверхности контактного участка</td></tr>
<tr><td>Максимальная высота опоры галтели</td><td>E</td><td>Прим.4</td></tr>
<tr><td>Минимальная высота опоры галтели</td><td>F</td><td>(G) + (T) Прим.5</td></tr>
<tr><td>Толщина припоя</td><td>G</td><td>Прим.3</td></tr>
<tr><td>Длина сформированной подошвы</td><td>L</td><td>Прим.2</td></tr>
<tr><td>Минимальная высота бокового соединения</td><td>Q</td><td>(G) + 50% (T)</td></tr>
<tr><td>Толщина вывода на стороне соединения</td><td>T</td><td>Прим.2</td></tr>
<tr><td>Ширина сплюснутого вывода или диаметр круглого вывода</td><td>W</td><td>Прим.2</td></tr>
</table>
Примечание 1: Не нарушает минимального электрического зазора.
Примечание 2: Не указанный параметр или переменная с размером, установленным в конструкции
Примечание 3: Смачивание очевидно. Примечание 4.
Примечание 4: Паяный галтель может удлиняться через верх загиба. Припой не контактирует с основанием корпуса или концевой заделкой, за исключением ИС в корпусе типа SO или КНД-структуры. Припой не должен удлинятся под корпусом компонентов поверхностного монтажа,чьи выводы сделаны из сплава 42 или аналогичных металлов.
Примечание 5: В случае конфигурации вывода с опорой вниз, минимальная высота опоры галтели удлиняется до центра внешнего загиба вывода.</td><td>Изменение размера D до 100% доступного сопряжения вывода/контактной поверхности для увеличения прочности соединения.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Ссылка J001D</th><th>Требование (как изменено в данном Приложении)</th><th>Описание изменения</th></tr>
<tr><td>7.6.14</td><td>
Многоштырьковые корпуса с областью поверхностного монтажа
Эти критерии применимы к устройствам с паяными шарами, которые разрушаются во время оплавления припоя. Использование устройств, для которых шарики не должны разрушаться или устройств с критерием сетки колонн, должно быть согласовано между изготовителем и пользователем. Критерий корпуса BGA[1] предполагает, что процесс проверки предназначен для выявления согласованности использования рентгеновского излучения и обычного визуального осмотра. Визуальный осмотр используется до определенной степени, но анализ рентгеновских снимков должен быть использован для оценки характеристик, которые не могут быть выявлены обычным визуальным осмотром (например, несоосность, раковины, отсутствующие шарики).
Требования визуального осмотра:

При визуальном осмотре применяются уровни увеличения Таблиц 11-1 и 11-2.
Хвостовики для пайки во внешнем ряду (периметр) корпуса BGA должны быть осмотрены всякий раз при работе.
Корпус BGA должен быть отлажен по осям X и Y с угловыми маркерами на печатной плате (при наличии).
Отсутствие паяных шариков на корпусе BGA считается дефектами, если иное не указано в проекте конструкции.

Разработка и управление технологическим процессом необходимо для эффективности методик сборки и внедрения материалов. Руководство к обработке корпуса BGA описано в IPC-7095, которое содержит рекомендации в результате долгих обсуждений задач по разработке технологического процесса корпуса BGA.
Примечание: Рентгеновское оборудование, не предназначенное для электронных узлов или неверно настроенное, может повредить чувствительные компоненты.
Многоштырьковые корпуса с областью поверхностного монтажа должны отвечать пространственным требованиям и требованиям паяной галтели Таблицы 7-14.
Заменяет Таблицу 7-14 J-STD-001D
Таблица 7-14 Пространственный критерий – Сетка контактной площадки/сетка с шариками
<table>
<tr><th>Параметр</th><th>Требование</th></tr>
<tr><td>Регулировка</td><td>Смещение паяных шариков не нарушает минимальный электрический зазор.</td></tr>
<tr><td>Интервал паяных шариков Рисунок 7-14</td><td>Смещение паяных шариков (с) не нарушает минимальный электрический зазор.</td></tr>
<tr><td>Паяное соединение</td><td>а. Паяные соединения отвечают критерию п. 4.14.2.
б. Паяные шарики корпуса BGA контактируют и смачивают контактный участок, формируя непрерывное эллиптическое или столбиковое соединение.</td></tr>
<tr><td>Раковины</td><td>25% или менее раковины для каждого шарика. Прим.1,2</td></tr>
<tr><td>Незаполненный или укладочный материал</td><td>Незаполненный или укладочный материал присутствует и полностью термоотвержден.</td></tr>
</table>
Примечание 1: Раковины, вызванные конструкцией, в контактном участке, не входят в этот критерий. В этом случае необходимо согласовать критерий приемки между изготовителем и пользователем.
Примечание 2: Изготовители могут провести испытания и анализ разработки альтернативного критерия приемки для образования раковин с учетом требований конечного пользователя.
</td><td>Второе предложение первого параграфа было добавлено для обращения к технологиям, не считая шариков, которые должны разрушиться во время оплавления.
Второй параграф был перефразирован для введения требования оценки рентгеновского излучения как части процедуры проверки.
Первый маркер «Требований визуального осмотра» был перефразирован для уточнения того, что один только визуальный осмотр недостаточен для проверки изделия на приемке и для корректирования неверной ссылки на Таблицу 11.2.2.1 в опубликованном J-STD-001D (ранние издания).
Требование к раковинам Таблицы 7-14 было перефразировано для обеспечения того, что ни один шарик не содержит более, чем 25% раковины.</td></tr>
</table>

[1] (Ball Grid Array) - корпус BGA (конструкция корпуса микросхемы с выводами в виде крошечных металлических шариков, расположенных в виде сетки на его нижней поверхности, которые прижимаются к контактным площадкам на печатной плате без применения пайки).

Ссылка J001D	Требование (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
8.3	**Чистота после пайки** Визуальный осмотр применяется для оценки наличия чужеродных твердых частиц, как указано в требовании п. 8.3.1, флюса или прочих ионных/органических остатков, как указано в требовании п. 8.3.2 (см. 11.2.2). Очищенные поверхности должны быть проверены под 4 и 10- кратным увеличением и не содержать загрязняющих веществ и остатков.	Второй параграф был добавлен для введения требования о визуальном осмотре очищенных поверхностей под 4 и 10-кратным увеличением. Различные типы остатков и загрязняющих веществ трудно увидеть без увеличения, особенно при попытке обнаружить под счетверенными платами, двухрядными корпусами и т.д.
8.3.1	**Твердые частицы** Узлы не должны содержать грязь, пыль, паяльные пятна, окалину, части проводки, паяные шарики и другие металлические частицы. Паяные шарики допустимы, если они надежно закреплены (т. е. не отделятся во время работы системы) с помощью специального процесса с документированными процедурами. Паяные шарики не должны нарушать минимального электрического пространства. Необходима 100% проверка крепления паяных шариков, выборочная проверка недопустима. Объективные данные о паяных шариках должны быть доступны для рассмотрения. Специализированный процесс и критерий приемки должен быть одобрен пользователем до ввода в эксплуатацию.	Строчка «Паяные шарики и прочие металлические частицы» была добавлена в первое предложение. Второе предложение было перефразировано, и остальная часть параграфа была добавлена для использования паяных шариков в определенных контролируемых условиях. Проводимые частицы могут смещаться во время восходящих вибраций и свободно перемещаться в условиях микрогравитации, что приводит к короткому замыканию.
8.3.2	**Остатки флюса и прочие ионные и органические загрязняющие вещества** Если иное не указано в технической документации, одобренной пользователем, должны применяться указатель чистоты С-22, как описано в следующих параграфах и визуальных требованиях чистоты (п. 8.3)	Параграф опубликованной IPC J-STD-001D был заменен полностью для введения требования о том, что использование указателя чистоты С-22 является минимальным условием для летной аппаратуры.
9.1.10	**Язвы** Язвы не должны мешать проводникам	Требование было перефразировано, так как: - опубликованное требование J-STD-001D не возможно проверить - архивные данные правительственных космических программ свидетельствуют о том, что язвы, находящиеся между, но не пересекающие, проводники не представляют угрозу надежности.
10	**Покрытие, инкапсуляция и укладка (клей)** a. Должен быть создан журнал записи смесей для каждой смешанной партии составных полимеров, используемых при конформном покрытии, инкапсуляции или укладки. Как минимум, данный журнал должен включать дату смешивания, номер детали производителя, код даты/серии, дата истечения срока годности (всех компонентов смеси) и отношение концентрации всех компонентов смеси. b. Для однокомпонентных полимеров должен быть записан номер детали производителя, код даты/серии и дата истечения срока годности. c. Материалы должны затвердевать в соответствии с рекомендованным производителем графиком и в пределах термальных ограничений аппаратуры. Объективные данные о полном затвердении для каждой партии материала должны быть документированы. Для данной проверки может быть использован контрольный образец. d. При покрытии, инкапсуляции или укладке материалы вводятся через стекло со сквозным отверстием, керамический корпус или герметичный блок; компоненты должны быть защищены от образования трещин, если только выбранный материал не повреждает компоненты/узел в условиях эксплуатации. e. Оборудование для измерения вязкости, смеси, применения и затвердевания силиконового материала не должно использоваться для других материалов. f. Перед конформным покрытием, инкапсуляцией, укладкой, узел и применяемые наполнители (например, загустители, усилители термических свойств и др.) должны быть обработаны для удаления вредной влаги и других летучих веществ. g. При использовании флуоресцентного конформного покрытия место и зона охвата должны быть определены ультрафиолетовой проверкой. h. Области, подлежащие покрытию, инкапсуляции и/или укладке должны быть очищены до нанесения материалов.	Заголовок изменен, чтобы отразить добавление требований укладки (клей). Новые параграфы a - f добавлены как новые требования в четырех общих категориях: единство измерений, затвердение, защита деталей и удаление влаги.

Ссылка J001D	Требование (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
10.1.1.2	**Конформное покрытие на соединителях** На сопряженных поверхностях соединителей печатных плат не должно быть конформного покрытия. Однако конформное покрытие, указанное в документации/чертежах узлов, должно обеспечивать уплотнение по периметру всех сопряженных областей соединителей/плат.	В первом предложении было изменено «...не должно быть конформного покрытия.» вместо «не должно быть покрыто конформным покрытием.» Это изменение относится к непреднамеренному нанесению покрытия на сопряженные поверхности, а также наличию покрытия по какой-либо другой причине.
10.1.3 (новый)	**Повторная обработка конформным покрытием** Процедуры, описывающие удаление или замену конформного покрытия должны быть документированы и доступны для рассмотрения. Процессы химического удаления покрытия должны быть одобрены покупателем до ввода в эксплуатацию.	Повторная обработка конформным покрытием была удалена при смене редакции J-STD-001 с C на D(к ней обратятся в сериях документов IPC по повторной обработке/ремонту).Поскольку повторная обработка конформным покрытием может быть разрушительной при неправильном применении, требование было перенесено в это Приложение, как новый пункт 1.3
10.2.2	**Технические требования** Применяемый герметик должны быть полностью затвердевшим, гомогенным и покрывать только области, указанные в документации/чертежах узлов. Герметик не должен иметь пузырей, вздутий и трещин, которые могут повлиять на работу узлов печатных межсоединений и герметизирующие свойства герметика. В герметике должны отсутствовать видимые трещины, чешуйки и/или складки. Дефектами не считаются небольшие спирали на поверхности, полоски и отметины.	Чтобы предотвратить излишнюю обработку, было добавлено новое последнее предложение, допускающие небольшие дефекты поверхности.

Ссылка J001D	Требование (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
10.3	**10.3 Укладка (клей)** **a. Документация** Компоненты, подлежащие укладке, должны быть установлены в документации/чертежах. Некоторые корпуса компонентов должны быть всегда уложены (например, танталовые конденсаторы). Компоненты, подлежащие укладке в документации/ на чертежах, должны быть уложены, если не указано иное. **b. Размещение** Укладочные материалы не должны контактировать с запайками компонентов, если только выбранный материал не повреждает компоненты/узел в условиях эксплуатации. **c. Безрукавные аксиальные компоненты** Укладочный материал должны быть нанесен на обе стороны компонента. Длина галтелей укладочного материала должна оставлять минимум 50% от максимальной длины 100% компонента. Минимальная высота галтели должна составлять 25% высоты компонента. Максимальная высота галтели должна быть таковой, чтобы верхняя часть компонента была видна по всей длине компонента. См. Рисунок 10-1 **d. Рукавные аксиальные компоненты** Укладочный материал должен контактировать с обеими торцевыми сторонами компонента и поверхностью, на которую он укладывается. Минимальная высота галтели должна быть минимум 25% высоты компонента. Максимальная высота галтели не должна быть более 50% высоты компонента и должна нарушать п. 10.3b. См. Рисунок 10-2 **e. Компоненты со стеклянным корпусом** Компоненты со стеклянным корпусом с рукавами для защиты от возможных повреждений должны быть уложены в соответствии с п. 10.3c **f. Компоненты с радиальным выводом, чья самая длинная величина – высота (например, резистивные цепи с корпусом с однорядным расположением выводов)** Отдельные компоненты должны быть уложены в соответствии с рис. 10-3. Укладочный материал должен быть применен к минимальной высоте 25% до 100% высоты корпуса компонента. Близко расположенные схемы, состоящие из 4 и менее компонентов, должны быть уложены в соответствии с рисунком 10-4. Требования к высоте галтели для двух внешних торцевых поверхностей должны быть аналогичными поверхностям отдельных компонентов. Кроме того, верхние внутренние поверхности должны быть сцеплены друг с другом как минимум на 50% ширины компонента. Близко расположенные схемы, состоящие из 4 и более компонентов, должны быть уложены в соответствии с рисунком 10-5. Укладка должна быть выполнена таким же образом, как и схемы, состоящие из 4 и менее компонентов с дополнительным требованием того, что каждый второй внутренний компонент должен иметь стороны, уложенные на поверхность платы. **g. Компоненты с радиальным выводом, чья самая длинная величина – диаметр или длина (например, полупроводники TO5)** Цилиндрические компоненты должны быть уложены в соответствии с рисунком 10-6. По меньшей мере, три слоя укладочного материла должно быть нанесено равномерно по периферии компонента. На каждый слой укладочный материал должен контактировать с минимально 25% - максимально 100% высоты корпуса компонента. Допустима небольшая течь укладочного материала под корпусом компонента при условии, что не нарушается п. 10.3b. Прямоугольные компоненты должны быть уложены в соответствии с рисунком 10-7. Слой укладочного материала должен быть нанесен в каждый угол компонента. На каждый слой укладочный материал должен контактировать с минимально 25% - максимально 100% высоты корпуса компонента. Допустима небольшая течь укладочного материала под корпусом компонента при условии, что не нарушается п. 10.3b. **h. Крепеж** Крепежные средства на чертеже, подлежащие укладке, должны быть уложены: • в двух местах, расположенных приблизительно напротив друг друга. Каждый слой укладочного материала должен покрывать минимум 25% периметра крепежа в соответствии с рисунком 10-8. • один слой укладочного материала, покрывающего минимум 50% периметра крепежа в соответствии с рисунком 10-9.	Новый раздел для требований укладки (клей).

Стр. 13

Ссылка J001D	Требования (как изменено в данном Приложении)	Описание изменения
10.3.1	Укладочный материал должен обладать следующими свойствами: а. полностью затвердевать и становиться однородным, б. не содержать пустот или пузырьков, появление которых оставляет незащищенными проводники, приводит к соединению между не общими проводниками и /или нарушает зазор между двумя проводниками в. не соединять основание платы и нижнюю часть компонента с радиальными выводами. Не применяется к соединениям. г. не содержать вредных примесей. д. не снимать напряжения	Новый раздел требований к укладочным материалам
10.3.2	**Проверка укладочного материала** Визуальный осмотр укладочного материала может проводиться без применения устройств увеличения. Увеличение от 1.75X до 4X может быть применено в целях оценки.	Новый раздел требований к укладочным материалам
11.2.2	**Визуальный осмотр** По завершению процессов пайки и очистки все комплекты должны быть подвержены полному визуальному осмотру без разрушения образца (см. 1.11), за исключением паянных соединений, о чем говориться в пункте 4.14.4 и 7.6.14. Если комплект обладает конформным покрытием или загерметизирован или применен укладочный материал, то покрытие, герметизация или материал должен подвергаться полному визуальному осмотру. если наличие дефекта не может быть определено путем визуального осмотра, то изделие считается годным. Осмотр с применением увеличительных приборов предназначен для использования только после обнаружения дефекта, который не может быть полностью идентифицирован при визуальном осмотре.	Первое предложение было изменено включением в него требования по полному визуальному осмотру без разрушения образца. Изменение нацелено на запрещение проведения выборочного контроля, так как требования SPC трудно применимы к производству с низким объемом выпуска продукции
11.2.3, некоторые пункты раздела 11.3	Параграфы, разрешающие проведение выборочного контроля, не учитываются.	Требования SPC трудно применимы к производству с низким объемом выпуска продукции
Приложение А	В качестве примечания к приложению А добавлено: Все дополнительно определенные дефекты будут рассматриваться как часть Приложения А.	Приложение А не может быть обновлено в данном приложении. Примечание добавлено к Приложению для классификации любых разделов, касающихся дефектов.

Рисунок 10-1

Годная конфигурация (см. 10.3.c)

- Длина слоя массы: 50%L до 100%L
- Высота слоя массы: 25%D до 100%D. Верхняя часть детали должна быть видна по всей длине.

Рисунок 10-2

Годная конфигурация (см. 10.3.d)

- Укладочный материал размещен на обоих торцах детали
- Высота слоя массы: 25%D до 50%D, слой не касается запайки вывода.

Стр. 14

Рисунок 10-3

Годная конфигурация (см. 10.3.f)

- Высота слоя: 25%H до 100%H.

Рисунок 10-4

Годная конфигурация (см. 10.3.f)

- Высота слоя массы на крайних торцах: 25%H до 100%H.
- Слой массы соприкасается с обеими поверхностями внутренних торцов на 50% ширины детали.

Рисунок 10-5

Годная конфигурация (см. 10.3.f)

- Высота слоя массы на крайних торцах: 25%H до 100%H.
- Слой массы соприкасается с обеими поверхностями внутренних торцов на 50% ширины детали.
- Боковая поверхность каждой второй детали, находящейся внутри, прикрепляется к поверхности платы.

Стр.15

Рисунок 10-6

Годная конфигурация (см. 10.3.g)

- Минимум три фрагмента массы должны располагаться примерно на равном расстоянии друг от друга.
- Высота каждого фрагмента массы 25%H до 100% H.
- На донной части детали массу расположить тонким слоем, но фрагмент(ы) массы не должны касаться запайки вывода.

Рисунок 10-7

Годная конфигурация (см. 10.3.g)

- По одному фрагменту клеящего материала на каждый угол.
- Высота каждого фрагмента массы 25%H до 100%H.
- На донной части детали массу расположить тонким слоем, но фрагмент(ы) массы не должны касаться запайки вывода.

Стр. 16

Рисунок 10-8

Годная конфигурация (см.10.3.h)

- Два фрагмента клеящего материала разместить примерно друг напротив друга.
- Каждый фрагмент должен занимать хотя бы 25 % от всего периметра крепежной детали.

Рисунок 10-9

Годная конфигурация (см. 10.3.h)

- Один фрагмент клеящего материала должен покрывать хотя бы 50 % от всего периметра крепежной детали.

Форма Усовершенствования Стандарта **IPC J-STD-001DS**

Цель данной формы – предоставление Техническому комитету IPC сведений о использовании промышленными организациями данного стандарта.

Отдельным представителям и компаниям предлагается отсылать свои комментарии в IPC. Все комментарии будут собраны и переданы в соответствующие комитеты.

Если Вы можете предоставить данные, пожалуйста, заполните форму и вышлите в:
IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, Illinois 60015-1249
Факс: 847 615.7105
e-mail: answers@ipc.org

---

1. Я советую изменить следующее:
___Требование, № параграфа ____
___№ способа проверки _____, № параграфа _______

Было выяснено, что соответствующий параграф:
___Неясен ____требования слишком жесткие ______с ошибкой
___Другое ____

---

2. Рекомендации по исправлению:

____

____

____

____

---

3. Другие предложения по усовершенствованию документа:

____

____

____

____

Данные переданы:
ФИО______________________ Тел:______________

Компания__________________ E-mail____________

Адрес______________________________________

Город/Штат/Индекс__________ Дата______________

Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies

1 GENERAL

1.1 Scope This standard prescribes practices and requirements for the manufacture of soldered electrical and electronic assemblies. Historically, electronic assembly (soldering) standards contained a more comprehensive tutorial addressing principles and techniques. For a more complete understanding of this document's recommendations and requirements, one may use this document in conjunction with IPC-HDBK-001, IPC-A-610 and IPC-HDBK-610.

When J-STD-001 is cited or required by contract, the requirements of IPC-A-610 do not apply unless separately or specifically required. When IPC-A-610 is cited along with J-STD-001, the order of precedence is to be defined in the procurement documents.

1.2 Purpose This standard describes materials, methods and acceptance criteria for producing soldered electrical and electronic assemblies. The intent of this document is to rely on process control methodology to ensure consistent quality levels during the manufacture of products. It is not the intent of this standard to exclude any procedure for component placement or for applying flux and solder used to make the electrical connection.

1.3 Classification This standard recognizes that electrical and electronic assemblies are subject to classifications by intended end-item use. Three general end-product classes have been established to reflect differences in producibility, complexity, functional performance requirements, and verification (inspection/test) frequency. It should be recognized that there may be overlaps of equipment between classes.

The user (see 1.8.13) is responsible for defining the product class. The product class should be stated in the procurement documentation package.

CLASS 1 General Electronic Products

Includes products suitable for applications where the major requirement is function of the completed assembly.

CLASS 2 Dedicated Service Electronic Products

Includes products where continued performance and extended life is required, and for which uninterrupted service is desired but not critical. Typically the end-use environment would not cause failures.

CLASS 3 High Performance Electronic Products

Includes products where continued high performance or performance-on-demand is critical, equipment downtime cannot be tolerated, end-use environment may be uncommonly harsh, and the equipment must function when required, such as life support or other critical systems.

1.4 Measurement Units and Applications All dimensions and tolerances, as well as other forms of measurement (temperature, weight, etc.) in this standard are expressed in SI (System International) units (with Imperial English equivalent dimensions provided in brackets). Dimensions and tolerances use millimeters as the main form of dimensional expression; micrometers are used when the precision required makes millimeters too cumbersome. Celsius is used to express temperature. Weight is expressed in grams.

1.4.1 Verification of Dimensions Actual measurement of specific part mounting and solder fillet dimensions and determination of percentages are not required except for referee purposes. For the purposes of determining conformance to this specification, all specified limits in this standard are absolute limits as defined in ASTM E29.

1.5 Definition of Requirements The word **shall** is used in the text of this document wherever there is a requirement for materials, preparation, process control or acceptance of a soldered connection.

Where the word **shall** leads to a hardware defect for at least one class, the requirements for each class are annotated in text boxes located adjacent to that occurrence in the text. These boxes are summarized in Appendix A. Appendix A identifies each listed condition for each class as either "Defect," "Process Indicator," "Acceptable," or "No Requirement Established." In case of a discrepancy between requirements in the text boxes and Appendix A, requirements listed in the text boxes take precedence.

Line drawings and illustrations are depicted herein to assist in the interpretation of the written requirements of this standard. Text takes precedence over the figures.

IPC-HDBK-001, a companion document to this specification, contains valuable explanatory and tutorial information compiled by IPC Technical Committees that is relative to this specification. Although the Handbook is not a part of this specification, when there is confusion over the specification verbiage, the reader is referred to the Handbook for assistance.

1.5.1 Hardware Defects and Process Indicators Hardware characteristics or conditions that do not conform to the requirements of this specification are classified as either hardware defects or hardware process indicators. Hardware defects listed in the applicable text boxes **shall**[1] be identified, documented, and dispositioned, e.g., rework, scrap, use as is, repair.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Not all process indicators specified by this standard are listed in the text boxes. Hardware process indicator data should be monitored (see 11.3), but the hardware need not be dispositioned.

It is the responsibility of the user (see 1.8.13) to define additional or unique defect categories applicable to the product. It is the responsibility of the manufacturer (see 1.8.5) to identify defects and process indicators that are unique to the assembly process (see 1.13.2).

1.5.2 Material and Process Nonconformance Hardware found to be produced using either materials or processes that do not conform to the requirements of this standard **shall**[2] be dispositioned when the condition is a defect listed in the applicable text box. This disposition **shall**[2] address the potential effect of the nonconformance on functional capability of the hardware such as reliability and design life (longevity).

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Note: Material and process nonconformance differs from hardware defects or hardware process indicators in that the material/process nonconformance often does not result in an obvious change in the hardware's appearance but can impact the hardware's performance; e.g., contaminated solder, incorrect solder alloy (per drawing/procedure).

1.6 General Requirements Use of this standard requires agreement on the class to which the product belongs. If the user and manufacturer do not establish and document the acceptance class, the manufacturer may do so.

Surface mount designs need to undergo 'Design for Reliability' procedures based on the design parameters, the use conditions, the design life, and the acceptable failure risk to assure the designs capability to reliably function for its intended use. For "Design for Reliability" information see IPC-D-279 and IPC-9701.

The soldering operations, equipment, and conditions described in this document are based on electrical/electronic circuits designed and fabricated in accordance with the specifications listed in Table 1-1.

1.7 Order of Precedence The contract always takes precedence over this standard, referenced standards and drawings.

Table 1-1 Design and Fabrication Specification

Board Type	Design Specification	Fabrication Specification
Generic Requirements	IPC-2221	IPC-6011
Rigid Printed Boards	IPC-2222	IPC-6012[1] IPC-A-600
Flexible Circuits	IPC-2223	IPC-6013
Rigid Flex Board	IPC-2223	IPC-6013

Note 1. This document takes exception to the bare board measling criteria of IPC-A-600G, Clause 2.3.1, and IPC-6012, Clause 3.3.2.1.

1.7.1 Conflict In the event of conflict between the requirements of this standard and the applicable assembly drawing(s)/documentation, the applicable user approved assembly drawing(s)/documentation govern. In the event of a conflict between the text of this standard and the applicable documents cited herein, the text of this standard takes precedence. In the event of conflict between the requirements of this standard and an assembly drawing(s)/documentation that has not been user approved, this standard governs.

When IPC J-STD-001 is cited or required by contract, the requirements of IPC-A-610 do not apply unless separately or specifically required. When IPC-A-610 or other related documents are cited along with IPC J-STD-001, the order of precedence is to be defined in the procurement documents.

1.7.2 Clause References When a clause in this document is referenced, its subordinate clauses also apply.

1.7.3 Appendices Appendices to this Standard are not requirements unless separately and specifically required by the applicable contracts, assembly drawing(s), documentation or purchase order.

1.8 Terms and Definitions Other than those terms listed below, the definitions of terms used in this standard are in accordance with IPC-T-50.

1.8.1 Defect A nonconformance to the requirements of this standard (listed in or referenced by Appendix A) or other risk factors as identified by the manufacturer (see 1.8.5).

1.8.2 Disposition The determination of how defects should be treated. Dispositions include, but are not limited to, rework, use as is, scrap or repair.

1.8.3 Electrical Clearance The minimum spacing between noncommon uninsulated conductors (e.g., patterns, materials, hardware, residue) is referred to as "minimum electrical clearance" throughout this document and is defined in the applicable design standard or on the approved or controlled documentation. Insulating material

needs to provide sufficient electrical isolation. In the absence of a known design standard use Appendix D (derived from IPC-2221). Any violation of minimum electrical clearance as a result of nonconformance to defined criteria is a defect condition.

1.8.4 High Voltage The term "high voltage" will vary by design and application. The high voltage criteria in this document are only applicable when specifically required in the drawings/procurement documentation.

1.8.5 Manufacturer (Assembler) The individual, organization, or company responsible for the assembly process and verification operations necessary to ensure full compliance of assemblies to this standard.

1.8.6 Objective Evidence Documentation in the form of hard copy, computer data, video, or other media.

1.8.7 Process Control A system or method to continually steer an operation in reducing variation in the processes or products to meet or exceed the goal in quality and performance.

1.8.8 Process Indicator A detectable anomaly, other than a defect, that is attributable to variation in material, equipment operation, workmanship or processes.

1.8.9 Proficiency The capability to perform tasks in accordance with the requirements and verification procedures detailed in this standard.

1.8.10 Solder Destination Side The solder destination side is that side of the printed circuit board (PCB) that the solder flows toward in a through-hole application.

1.8.11 Solder Source Side The solder source side is the side of the PCB to which solder is applied.

1.8.12 Supplier The individual, organization or company which provides the manufacturer (assembler) components (electronic, electromechanical, mechanical, printed boards, etc.) and/or materials (solder, flux, cleaning agents, etc.).

1.8.13 User The individual, organization, company, contractually designated authority, or agency responsible for the procurement of electrical/electronic hardware, and having the authority to define the class of equipment and any variation or restrictions to the requirements of this standard (i.e., the originator/custodian of the contract detailing these requirements).

1.9 Requirements Flowdown When this standard is contractually required, the applicable requirements of this standard (including product class - see 1.3) **shall**[1] be imposed on all applicable subcontracts, assembly drawing(s), documentation and purchase orders. Unless otherwise specified the requirements of this standard are not imposed on the procurement of commercial-off-the-shelf (COTS or catalog) assemblies or subassemblies.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

When a part is adequately defined by a specification, then the requirements of this standard should be imposed on the manufacture of that part only when necessary to meet end-item requirements. When it is unclear where flowdown should stop, it is the responsibility of the manufacturer to establish that determination with the user.

1.10 Personnel Proficiency All instructors, operators, and inspection personnel **shall**[2] be proficient in the tasks to be performed. Objective evidence of that proficiency **shall**[2] be maintained and be available for review. Objective evidence should include records of training to the applicable job functions being performed, work experience, testing to the requirements of this standard, and/or results of periodic reviews of proficiency. Supervised on-the-job training is acceptable until proficiency is demonstrated.

(2) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

1.11 Acceptance Requirements
All products **shall**[3] meet the requirements of the assembly drawing(s)/documentation and the requirements for the applicable product class specified herein.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(4) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Manufacturers **shall**[4] perform 100% inspection unless sampling inspection is defined as part of a documented process control plan (see 11.2.2).

1.12 General Assembly Requirements The electrical and mechanical integrity of components and assemblies **shall**[5] be retained after exposure to processes employed during manufacture and assembly (e.g., handling, baking, fluxing, soldering, and cleaning).

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

1.13 Miscellaneous Requirements

1.13.1 Health and Safety The use of some materials referenced in this standard may be hazardous. To provide for personnel safety, follow the applicable local and Federal Occupational, Safety and Health Regulations.

1.13.2 Procedures for Specialized Technologies As an industry consensus standard, this document cannot address all of the possible components and product design combinations, e.g., magnetic windings, high frequency, high voltage, etc. Where uncommon or specialized technologies are used, it may be necessary to develop unique process and/or acceptance criteria. Often, unique definition is necessary to

consider the specialized characteristics while considering product performance criteria.

The development should include user involvement. The acceptance criteria **shall**[1] have user agreement. Mounting and soldering requirements for specialized processes and/or technologies not specified herein **shall**[2] be performed in accordance with documented procedures which are available for review.

(1)	Class 1-Not Est Class 2-Not Est Class 3-Defect
(2)	Class 1-Not Est Class 2-Defect Class 3-Defect

Whenever possible these criteria should be submitted to the IPC Technical Committee to be considered for inclusion in upcoming revisions of this standard.

1.13.2.1 Manufacture of Devices Incorporating Magnetic Windings This standard is very limited in its applicability to the manufacturing processes associated with the mounting of internal electronic elements and the soldering of the internal connections of transformers, motors, and similar devices. Unless a user has a specific need for the controls provided by this standard, it should not be imposed relative to the manufacture of the internal elements of these devices. The external interconnect points (e.g., terminals, pins, etc.) **shall**[3] meet the solderability requirements of this document, less steam aging.

(3)	Class 1-Defect Class 2-Defect Class 3-Defect

1.13.2.2 High Frequency Applications High frequency applications (i.e., radio wave and microwaves) may require part clearances, mounting systems, and assembly designs which vary from the requirements stated herein.

1.13.2.3 High Voltage Applications High voltage applications may require part clearances, mounting systems, and assembly designs which vary from the requirements stated herein.

There **shall**[4] be no broken strands for wires used at a potential of 6kV or greater.

(4)	Class 1-Defect Class 2-Defect Class 3-Defect

2 APPLICABLE DOCUMENTS

The following documents, of the issue in effect on the invitation for bid, form a part of this specification extent specified herein.

2.1 EIA[1]

EIA-557-1 Statistical Process Control Guidance for Selection of Critical Manufacturing Operations for Use Implementing an SPC System for Passive Components

2.2 IPC[2]

IPC-HDBK-001 Requirements for Soldered Electrical Electronic Assemblies Handbook

IPC-A-36 Cleaning Alternatives Board

IPC-T-50 Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits

IPC-D-279 Design Guidelines for Reliable Surface Mount Technology Printed Board Assemblies

IPC-A-600 Acceptability of Printed Boards

IPC-A-610 Acceptability of Electronic Assemblies

IPC-OI-645 Standard for Visual Optical Inspection Aids

IPC-SM-785 Guidelines for Accelerated Reliability Testing of Surface Mount Attachments

IPC-TM-650 Test Methods Manual[3]

2.3.25	Detection and Measurement of Ionizable Surface Contaminants
2.3.27	Cleanliness Test Residual Rosin
2.3.28	Ionic Analysis of Circuit Boards Ion Chromatography Method
2.3.38	Surface Organic Contamination Detection
2.3.39	Surface Organic Contamination Identification Test (Infrared Analytical Method)
2.4.22	Bow and Twist
2.6.3	Moisture and Insulation Resistance, Rigid, Rigid/Flex and Flex Printed Wiring Boards
2.6.3.3	Moisture and Surface Insulation Resistance, Fluxes

IPC-SM-817 General Requirements for Dielectric Surface Mounting Adhesives

IPC-CC-830 Qualification and Performance of Electr Insulating Compound for Printed Board Assemblies

IPC-2221 Generic Standard on PWB Design

IPC-2222 Sectional Standard on Rigid PWB Design

IPC-2223 Sectional Design Standard for Flexible Printed Boards

IPC-6011 Generic Performance Specification of Printed Boards

IPC-6012 Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards

IPC-6013 Qualification and Performance for Flexible Printed Boards

1. www.eia.org
2. www.ipc.org
3. Current and revised IPC Test Methods are available through IPC-TM-650 subscription and on the IPC website (www.ipc.org/html/testmethods.htm).

IPC-7095 Design and Assembly Process Implementation for BGAs

IPC-9191 General Guidelines for Implementation of Statistical Process Control (SPC)

IPC-9201 Surface Insulation Resistance Handbook

IPC-9261 In-Process DPMO and Estimated Yield for PWAs

2.3 Joint Industry Standards[4]

IPC/EIA J-STD-002 Solderability Tests for Component Leads, Terminations, Lugs, Terminals and Wires

J-STD-003 Solderability Tests for Printed Boards

J-STD-004 Requirements for Soldering Fluxes

J-STD-005 Requirements for Soldering Paste

J-STD-006 Requirements for Electronic Grade Solder Alloys and Fluxed and Non-Fluxed Solid Solders for Electronic Soldering Applications

IPC/JEDEC J-STD-020 Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Plastic Integrated Circuit Surface Mount Devices

IPC/JEDEC J-STD-033 Standard for Handling, Packing, Shipping and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices

IPC/JEDEC-9701 Performance Test Methods and Qualification Requirements for Surface Mount Solder Attachments

2.4 ASTM[5]

ASTM E29 Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications

2.5 Electrostatic Discharge Association[6]

ANSI/ESD-S-20.20 Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment

3 MATERIALS, COMPONENTS AND EQUIPMENT REQUIREMENTS

3.1 Materials The materials and processes used to assemble/manufacture electronic assemblies **shall**[1] be selected such that their use, in combination, produce products acceptable to this standard.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

When major elements of the proven processes are changed, (e.g., flux, solder paste, cleaning media or system, solder alloy or soldering system) validation of the acceptability of the change(s) **shall**[2] be performed and documented. They can also pertain to a change in bare board supplier, solder resist or metallization. An example of a method for accomplishing this is provided as Appendix C.

(2) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

3.2 Solder Solder alloys **shall**[3] be in accordance with J-STD-006 or equivalent. Solder alloys other than Sn60A, Pb36B, and Sn63A which provide the required electrical and mechanical attributes may be used if all other conditions of this standard are met and objective evidence of such is available for review. Flux that is part of flux-cored solder wire **shall**[3] meet the requirements of 3.3. Flux percentage is optional.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.2.1 Solder - Lead Free Solder alloys less than 0.1% lead by weight not listed by J-STD-006 may be used when such use is agreed upon by the manufacturer and the user.

3.2.2 Solder Purity Maintenance Solder used for preconditioning, gold removal, tinning of parts, and machine soldering **shall**[4] be analyzed, replaced or replenished at a frequency to ensure compliance with the limits specified in Table 3-1.

(4) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 3-1 Solder Limits[1] for Tin/Lead Alloys

	Maximum Contaminant Limit (%)[2]	
Contaminant	Preconditioning (Lead/Wire Tinning)	Assembly Soldering (Pot, Wave, etc.)
Copper	0.750	0.300
Gold	0.500	0.200
Cadmium	0.010	0.005
Zinc	0.008	0.005
Aluminum	0.008	0.006
Antimony	0.500	0.500
Iron	0.020	0.020
Arsenic	0.030	0.030
Bismuth	0.250	0.250
Silver[3]	0.750	0.100
Nickel	0.025	0.010

Note 1. The tin content of the solder bath **shall**[4] be within ± 1.5% of nominal for the solder specified and tested at the same frequency as testing for copper/ gold contamination. The balance of the bath **shall**[4] be lead or the items listed above.

Note 2. The total copper, gold, cadmium, zinc and aluminum contaminants **shall not**[4] exceed 0.4% for assembly soldering.

Note 3. Not applicable for Pb36B: limits to be 1.75% to 2.25%.

4. www.ipc.org
5. www.astm.org
6. www.esda.org

Solder alloys other than Sn60A, Sn63A, or Pb36B tin/lead solders **shall**[1] be in compliance with equivalent documented limits.

If contamination exceeds the limits, intervals between the analyses, replacement or replenishment **shall**[1] be shortened. The frequency of analysis should be determined on the basis of historical data, or monthly analyses. Records containing the results of all analyses and solder bath usage (e.g., total time in use, amount of replacement solder, or area through-put) **shall**[1] be maintained for a minimum of one year for each process/system.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.3 Flux Flux **shall**[2] be in accordance with J-STD-004 or equivalent.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Flux **shall**[3] conform to flux activity levels L0 and L1 of flux materials rosin (RO), resin (RE), or organic (OR), except organic flux activity level L1 **shall not**[3] be used for no-clean soldering.

(3) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

When other activity levels or flux materials are used, data demonstrating compatibility **shall**[3] be available for review (see 3.1).

Note: Flux or solder paste soldering process combinations previously tested or qualified in accordance with other specifications do not require additional testing.

Type H or M fluxes **shall not**[2] be used for tinning of stranded wires.

3.3.1 Flux Application When an external flux is used in conjunction with flux cored solders, the fluxes **shall**[4] be compatible.

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.4 Solder Paste Solder paste **shall**[5] be in accordance with J-STD-005 or equivalent. Solder paste **shall**[5] also meet the requirements of 3.2 and 3.3.

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.5 Solder Preforms Solder preforms **shall**[6] meet the requirements of 3.2 and 3.3.

(6) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.6 Adhesives Electrically nonconductive adhesive materials used for attachment of components should conform to an acceptable document or standard, e.g., IPC-SM-817, or as otherwise specified. The adhesives selected **shall not**[7] be detrimental to the component or assembly they are used on. The material **shall**[7] be cured.

(7) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.7 Chemical Strippers Chemical solutions, pastes, and creams **shall not**[8] cause damage or degradation. Chemical strippers **shall not**[8] be used with stranded wires.

(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.8 Heat Shrinkable Soldering Devices Heat shrinkable soldering devices **shall**[9] be installed in accordance with the requirements of the device manufacturer unless otherwise specified. See 8.1 for cleaning requirements.

(9) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.9 Components Components (e.g., electronic devices, mechanical parts, printed boards) selected for assembly **shall**[10] be compatible with all materials and processes, e.g., temperature ratings, used to manufacture the assembly/product.

(10) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Moisture sensitive components (as classified by IPC/JEDEC J-STD-020 or other documented classification procedure) **shall**[10] be handled in a manner consistent with IPC/JEDEC J-STD-033 or other documented procedure.

3.9.1 Solderability Electronic/mechanical components (including PCBs) and wires to be soldered **shall**[11] meet the solderability requirements of J-STD-002 or equivalent and printed boards **shall**[11] meet the requirements of J-STD-003 or equivalent. When a solderability inspection operation or pretinning and inspection operation is performed as part of the documented assembly process, that operation may be used in lieu of solderability testing (see 3.9.2).

(11) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.9.2 Solderability Maintenance The manufacturer **shall**[12] ensure that all components, parts, leads, wiring, terminals, and printed boards that have met the requirements of 3.9.1 are solderable at the start of hand and/or machine soldering operations. The manufacturer should establish procedures to minimize part solderability degradation (see IPC-HDBK-001).

(12) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.9.3 Gold Removal Gold **shall**[13] be removed:

- From at least 95% of the surface to be soldered of the through-hole component leads with 2.5 µm [0.0984 mil] or more of gold.
- From 95% of all surfaces of surface mount components to be soldered regardless of gold thickness.
- From the surface of solder terminals plated with 2.5 µm [0.0984 mil] or more of gold.

(13) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

A double tinning process or dynamic solder wave may be used for gold removal.

Electroless nickel immersion gold (ENIG) finishes on PCBs are exempt from this requirement.

These requirements may be eliminated if there is documented objective evidence available for review that there are no gold related solder embrittlement problems associated with the soldering process being used.

3.9.4 Rework of Nonsolderable Parts A component lead, termination, or board not conforming to the solderability requirements of 3.9.1 may be reworked (e.g., by dipping in hot solder) before soldering.

During tinning of leads, heat sinks **shall**[1] be attached to the leads of components that are heat sensitive. A reworked part **shall**[1] conform to the requirements of 3.9.1, less steam conditioning.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.9.5 Component and Seal Damage Part bodies and lead seals **shall not**[2] be degraded below the part specification requirements.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.9.6 Component Damage Minor surface flaws, discoloration, meniscus cracks, or chips are acceptable. However, they **shall not**[3] expose the component substrate or active element nor affect structural integrity. There **shall not**[3] be any damage to components in excess of component specification limits. Components **shall not**[3] be charred. Visible cracks on glass-to-metal seals are not acceptable.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Note: Visual aids can be found in IPC-A-610.

3.9.7 Coating Meniscus Component coating meniscus **shall not**[4] be trimmed.

(4) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

3.10 Presoldering Cleanliness Requirements The assembly should be clean of any matter that will inhibit compliance to the requirements of this standard.

3.11 Soldering Tools and Equipment Tools and equipment used **shall**[5] be selected and maintained such that no damage or degradation that would be detrimental to the designed function of parts or assemblies result from their use. Soldering irons, equipment, and systems **shall**[5] be chosen and employed to provide temperature control and isolation from electrical overstress or ESD (see 4.1). A tool used to cut leads **shall not**[5] impart shock that damages a component lead seal or internal connection. See Appendix B for guidelines on tool selection and maintenance.

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4 GENERAL SOLDERING AND ASSEMBLY REQUIREMENTS

4.1 Electrostatic Discharge (ESD) If any ESD susceptible devices are employed, the manufacturer **shall**[6] establish and implement a documented ESD control program in accordance with ANSI/ESD-20.20 or as otherwise specified. Documentation necessary for an effective program **shall**[6] be available for review.

(6) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.2 Facilities Cleanliness and ambient environments in all work areas **shall**[7] be maintained at levels that prevent contamination or deterioration of soldering tools, materials, and surfaces to be soldered. Eating, drinking, and/or use of tobacco products **shall**[7] be prohibited in the work area.

(7) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.2.1 Environmental Controls The soldering facility should be enclosed, temperature and humidity controlled, and maintained at a positive pressure.

4.2.2 Temperature and Humidity When humidity decreases to a level of 30% or lower, the manufacturer **shall**[8] verify that electrostatic discharge control is adequate, and that the range of humidity in the assembly area is sufficient to allow soldering and assembly materials to function correctly in the process, based on vendor recommendations or documented evidence of process performance. For operator comfort and solderability maintenance, the temperature should be maintained between 18°C [64.4°F] and 30°C [86°F] and the relative humidity should not exceed 70%. For process control, more restrictive temperature and humidity limits may be required.

(8) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.2.3 Lighting Illumination at the surface of workstations should be 1000 lm/m^2 minimum. Light sources should be selected to prevent shadows.

4.2.4 Field Assembly Operations In field assembly operations on Class 3 products where the controlled environmental conditions required by this standard cannot be effectively achieved, precautions **shall**[9] be taken to maximize the quality of solder connections and minimize the effects of the uncontrolled environment on the operation being performed on the hardware.

(9) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

4.3 General Part Mounting Requirements When design restrictions mandate mounting components incapable of withstanding soldering temperatures incident to a particular

process, such components **shall**[1] be mounted and soldered to the assembly as a separate operation.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

If cleaning is required, parts **shall**[1] be mounted with sufficient clearances between the body and the PCB to assure adequate cleaning and cleanliness testing. Assemblies should be cleaned after each soldering operation so that subsequent placement and soldering operations are not impaired by contamination (see 8, Cleanliness Process Requirements).

On assemblies using mixed component mounting technology, through-hole components should be mounted on one side of the printed board. Surface mounted components may be mounted on either or both sides of the assembly.

Parts should be mounted such that part markings and reference designators are visible (see 9.2).

4.4 Hole Obstruction Parts and components **shall**[2] be mounted such that they do not obstruct solder flow onto the solder destination side lands of plated-through holes (PTHs) required to be soldered (see Figure 4-1 and 4.14.3).

(2) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

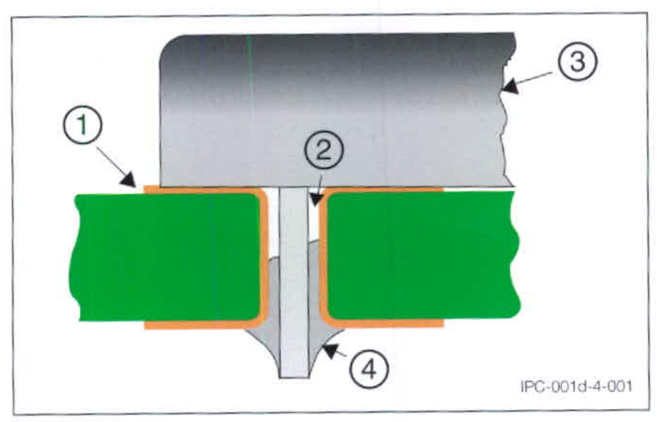


Figure 4-1 Hole Obstruction
1. Hard mount
2. Air
3. Component body
4. Solder

4.5 Metal-Cased Component Isolation Metal-cased components **shall**[3] be isolated from adjacent electrically conductive elements.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.6 Adhesive Coverage Limits Adhesive materials, when used, **shall not**[4] preclude the formation of an acceptable solder connection. Adhesive materials extending from under SMT components **shall not**[5] be visible in the termination area. Adhesives, e.g., staking, bonding, **shall not**[4] contact an unsleeved area of a sleeved glass body component.

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(5) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

4.7 Mounting of Parts on Parts (Stacking of Components) When part stacking is permitted by the assembly drawing(s)/documentation, parts **shall not**[6] violate minimum electrical clearance between other parts or components.

(6) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.8 Connectors and Contact Areas The mating surface(s) of connectors or contact areas intended for electrical connection **shall**[7] be free of contaminants or foreign material.

(7) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.9 Handling of Parts Parts **shall**[8] be handled in a manner to preclude damage to terminations and to avoid the need for subsequent lead straightening operations. Once parts are mounted on printed boards, the unsoldered assembly **shall**[8] be handled, transported (e.g., hand or conveyor) and processed in a manner to preclude movement that would detrimentally affect formation of acceptable solder connections. When parts are mounted in solder paste, the unsoldered assembly should be processed so that the part does not move within the solder paste such that the final soldered connection results in part misalignment exceeding the requirements of Section 7. After soldering operations have been performed, the assembly **shall**[8] be sufficiently cooled so the solder is solidified prior to further handling.

(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.9.1 Preheating For other than hand soldering, assemblies should be preheated to minimize the presence of volatile solvents prior to exposure to molten solder to reduce thermal shock to boards and components, to improve solder flow, and to reduce the solder dwell time. The preheat temperature exposure **shall not**[9] degrade printed boards, components, or soldering performance.

(9) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.9.2 Controlled Cooling Controlled cooling may be used. If used, controlled (accelerated or slowed ramp) cooling **shall**[10] be in accordance with documented procedures.

(10) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.9.3 Drying/Degassing Prior to soldering, the assembly may be treated to reduce detrimental moisture and other volatiles.

4.9.4 Holding Devices and Materials Equipment, devices, materials, or techniques used to handle boards or retain parts and components to the printed boards through

any and all stages of soldering **shall not**[1] contaminate, damage, or degrade printed boards or components. The equipment, devices, materials or techniques should be adequate to maintain component positioning and permit solder flow through plated-through holes and/or onto terminal areas.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.10 Heat Sinks When hand soldering a component identified as heat sensitive, a thermal shunt or heat sink **shall**[2] be attached to the device lead between the area to be soldered and the component body to minimize component heating.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.11 Machine (Nonreflow) Soldering

4.11.1 Machine Controls The manufacturer **shall**[3] maintain operating procedures describing the soldering process and the proper operation of the automatic soldering machine and associated equipment.

For the soldering machine, these procedures, as a minimum, **shall**[3] define the preheat temperature, flux application procedures and coverage, solder temperature, controlled atmosphere (if used), rate of travel, frequency of temperature verification measurements, and frequency of solder bath analysis.

If any of the above mentioned characteristics require an adjustment for a different printed circuit assembly, drawing number, or other positive identification element, the setting to be utilized **shall**[3] be identified.

(3) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.11.2 Solder Bath The period of exposure of any printed board to a solder bath **shall**[4] be limited to a duration that will not degrade the board or parts mounted thereon. The solder bath temperature, based on the solder alloy in use, **shall**[5] be set at a predetermined value with a tolerance of ± 5°C [± 9°F].

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(5) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.11.2.1 Solder Bath Maintenance Solder bath purity in machine soldering of printed board assemblies **shall**[6] be maintained in accordance with 3.2.2. Dross **shall**[6] be removed from the solder bath in a manner that assures that dross does not contact the items being soldered. Automatic or manual methods for dross removal are acceptable.

(6) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

4.12 Reflow Soldering The manufacturer **shall**[7] develop and maintain operating procedures describing the reflow soldering process and the proper operation of the equipment. These procedures **shall**[7] include, as a minimum, a reproducible time/temperature envelope including the flux and solder paste application procedures and coverage, drying/degassing operation (when required), preheating operation (when required), controlled atmosphere (if used), solder reflow operation, and a cooling operation (see 4.9.2). These steps may be part of an integral or in-line system or may be accomplished through a series of separate operations.

(7) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.13 Intrusive Soldering (Paste-in-Hole) These criteria apply to reflow soldering of through-hole connections.

Solder **shall**[8] be applied to the assembly such that the reflowed solder connections of the through hole connections, meet the requirements of Table 4-1.

(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

4.14 Solder Connection All solder connections **shall**[9] indicate evidence of wetting and adherence where the solder blends to the soldered surface. The solder connections should have a generally smooth appearance. Marks or scratches in the solder connection **shall not**[9] degrade the integrity of the connection.

(9) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

There are solder alloy compositions, component lead and terminal finishes, or printed board platings and special soldering processes (e.g., slow cooling with large mass PCBs)

Table 4-1 Solder Acceptability, Intrusive Soldering, Supported Holes[1]

Criteria	Class 1	Class 2	Class 3
A. Vertical fill of solder.[2]	Not Specified	75%	75%
B. Wetting on solder source side of lead and barrel.[3]	270°	270°	330°
C. Percentage of land area covered with wetted solder on solder source side.[3]	75%	75%	75%
D. Fillet and wetting on solder destination side of lead and barrel.	Not Specified	180°	270°
E. Percentage of land area covered with wetted solder on solder destination side.	0	0	0

Note 1. Wetted solder refers to solder applied by the solder process.
Note 2. The 25% unfilled height includes both source and destination side depressions.
Note 3. Applies to any side to which solder paste was applied.

that may produce dull, matte, satin, gray, or grainy appearing solders that are normal for the material or process involved. These solder connections are acceptable.

Wetting cannot always be judged by surface appearance. The wide range of solder alloys in use may exhibit from low or near zero degree contact angles to nearly 90° contact angles as typical. The acceptable solder connection **shall**[1] indicate evidence of wetting and adherence where the solder blends to the soldered surface. The solder connection wetting angle (solder to component and solder to PCB termination) **shall not**[1] exceed 90° (Figure 4-2 A, B). As an exception, the solder connection to a termination may exhibit a wetting angle exceeding 90° (Figure 4-2 C, D) when it is created by the solder contour extending over the edge of the solderable termination area or solder resist.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

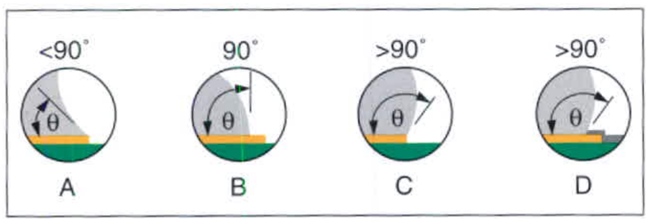


Figure 4-2 Acceptable Wetting Angles

The primary difference between the solder connections created with processes using tin-lead alloys and processes using lead free alloys is related to the visual appearance of the solder. All other solder fillet criteria are the same. The photographs in Appendix E illustrate acceptable solder connections with various solder alloys and process conditions.

Lead-free and tin-lead connections may exhibit similar appearances but lead free alloys are more likely to have surface roughness (grainy or dull) or different wetting contact angles.

4.14.1 Exposed Basis Metal Exposed basis metal on leads or lands is acceptable provided it is not part of the required fillet area. These surfaces typically include, but are not limited to, component lead ends and the edges and/or periphery of printed board lands and conductors.

4.14.2 Exposed Surface Finishes Exposed surface finish on leads or lands is acceptable provided it is not part of the required fillet area.

4.14.3 Solder Connection Defects The following solder connection conditions **shall**[2] be considered defects:

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

a. Fractured solder connections.
b. Disturbed solder connections.
c. Cold solder connections.
d. Solder that violates minimum electrical clearance (e.g., bridges), or contacts the component body (except as noted in 7.6.7 and 7.6.8).
e. Fails to comply with wetting criteria of 4.14.
f. Solder bridging between connections except when path is present by design.

4.14.4 Partially Visible or Hidden Solder Connections
Partially visible or hidden solder connections are acceptable provided that the following conditions are met:

a. The design does not restrict solder flow to any connection element on the solder destination side lands (e.g., PTH component) of the assembly.
b. The visible portion, if any, of the connection on either side of the PTH solder connection (or the visible portion of the SMD connection) is acceptable.
c. Process controls are maintained in a manner assuring repeatability of assembly techniques.

5 WIRES AND TERMINAL CONNECTIONS

5.1 Wire and Cable Preparation Insulation discoloration resulting from thermal stripping is permissible, however, the insulation **shall not**[3] be charred. Chemical insulation stripping agents **shall**[3] be used only for solid wire and are to be neutralized or removed prior to soldering.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(4) Class 1-Accept
Class 2-Defect
Class 3-Defect

The number of damaged (nicked or broken) strands in a single wire **shall not**[3] exceed the limits given in Table 5-1. There **shall**[4] be no birdcaging allowed beyond the outside diameter of the insulation. (Recommendations and requirements on wires used in high voltage applications are provided in 1.13.2.3.)

5.1.1 Tinning of Stranded Wire Portions of stranded wire that will be soldered **shall**[5] be tinned prior to mounting when:

• Wires will be formed for attachment to solder terminals.
• Wires will be formed into splices (other than mesh).

Solder wicking **shall not**[6] extend to a portion of the wire which is required to remain flexible. The solder **shall**[5] wet the tinned portion of the wire and should penetrate to the inner strands of the wire.

(5) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(6) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Stranded wires **shall not**[5] be tinned when:

• Wires will be used in crimp terminations.
• Wires will be used in threaded fasteners.
• Wires will be used in forming mesh splices.
• Wires will be used in heat shrinkable solder device.

Table 5-1 Damaged Strand Limits

Number of Strands	Maximum Allowable Strands, Scraped, Nicked or Severed for Class 1,2	Maximum Allowable Strands, Scraped, Nicked or Severed for Class 3 for Wires that will not be Tinned Before Installation	Maximum Allowable Strands, Scraped, Nicked or Severed for Class 3 for Wires that will be Tinned Prior to Installation
Less than 7	0	0	0
7-15	1	0	1
16-25	3	0	2
26-40	4	3	3
41-60	5	4	4
61-120	6	5	5
121 or more	6%	5%	5%

Note 1: No damaged strands for wires used at a potential for 6 kV or greater.

Note 2: For plated wires, a visual anomaly that does not expose basis metal is not considered to be strand damage.

5.2 Solder Terminals Terminals and solder cups **shall not**[1] be modified to accept oversize conductors.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

5.3 Bifurcated, Turret and Slotted Terminal Installation

5.3.1 Shank Damage The shank **shall not**[2] have circumferential cracks or splits, regardless of extent. The shank of the terminal **shall not**[2] be perforated, split, cracked, or otherwise damaged to the extent that oils, flux, inks, or other liquid substances utilized for processing the printed board can be entrapped within the mounting hole.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

5.3.2 Flange Damage The rolled or flared area of the flange **shall**[3] be free of missing pieces, circumferential splits or cracks.

The rolled or flared area of the flange **shall**[3] have no more than three radial splits or cracks provided that the splits or cracks are separated by at least 90° and do not extend into the barrel of the terminal (see Figure 5-1).

The flange **shall not**[3] be split, cracked or otherwise damaged to the extent that flux, oils, inks, or other liquid substances utilized for processing the printed board can be entrapped within the mounting hole.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

5.3.3 Flared Flange Angles Flared flanges should be formed to an included angle of between 35° and 120° and should extend between 0.4 mm [0.0157 in] and 1.5 mm [0.0591 in] beyond the surface of the land. Minimum electrical clearance **shall**[4] be maintained and the flare diameter should not exceed the diameter of the land (see Figure 5-2).

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

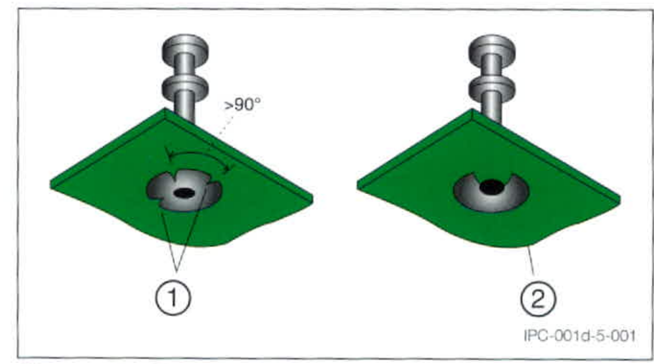


Figure 5-1 Flange Damage
1. Radial split (3 max)
2. Split extends into barrel

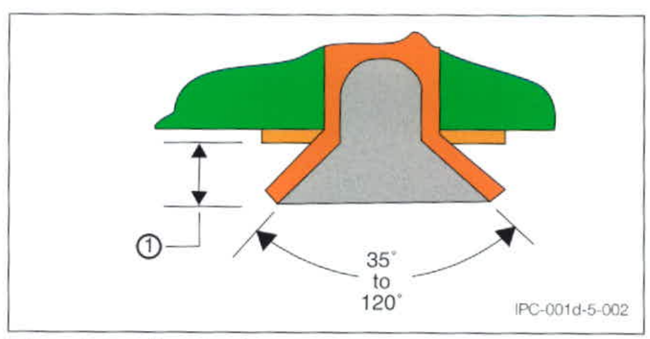


Figure 5-2 Flare Angles
1. 0.4 mm [0.0157 in] min to 1.5 mm [0.0591 in] max

5.3.4 Terminal Mounting - Mechanical Terminals not connected to printed circuit or ground planes **shall**[5] be of the rolled flange configuration (see Figure 5-3). A printed foil land may be used as a seating surface for a rolled flange provided that the land is isolated and not connected to an active printed circuit or ground plane.

(5) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

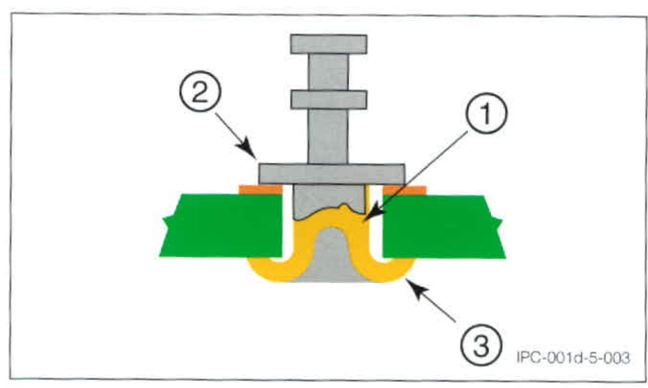


Figure 5-3 Terminal Mounting - Mechanical
1. Shank
2. Flat shoulder
3. Rolled flange

5.3.5 Terminal Mounting - Electrical Terminals **shall**[1] be mounted with flared flanges in noninterfacial PTHs provided the mounting is in conjunction with a land or ground plane on the flared side as shown in Figure 5-4A. Terminals **shall not**[1] be flared to the base material of the printed board.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Terminals may be mounted in non-PTHs with active circuitry on the top side and a roll flange on the back side of the board (see Figure 5-4B).

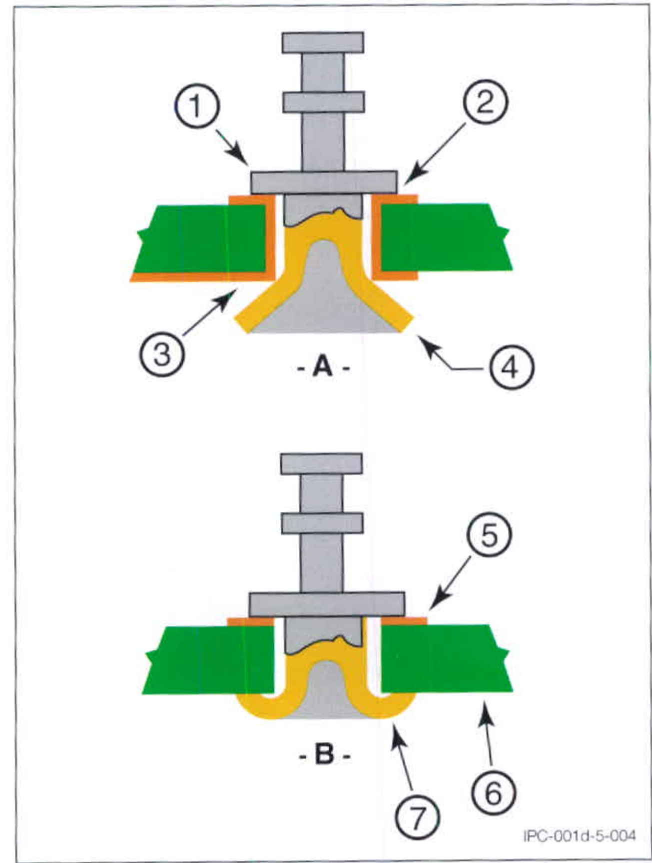


Figure 5-4 Terminal Mounting - Electrical
1. Flat shoulder
2. Nonfunctional land
3. Plated-through hole
4. Flared flange
5. Conductor
6. Board
7. Rolled flange

5.3.6 Terminal Soldering Terminals mounted in accordance with 5.3, and soldered to the printed board in unsupported holes or noninterfacial PTHs should exhibit evidence of good wetting to both the terminal flange/shoulder and land or conductive plane. The soldered connection **shall**[2] meet the requirements shown in Table 5-2.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 5-2 Terminal Soldering Requirements

Criteria	Class 1	Class 2	Class 3
A. Circumferential fillet and wetting - solder source side	270°	270°	330°
B. Percentage of solder source side land area covered with wetted solder	75%	75%	75%

5.4 Mounting to Terminals

5.4.1 General Requirements Unless otherwise defined, the requirements for mounting apply to both wires and component leads (see 5.1).

5.4.1.1 Insulation Clearance (C) The clearance (C) (Figure 5-5) between the end of the insulation and the solder of the connection **shall not**[3] permit shorting or violation of minimum electrical clearance between noncommon conductors. The clearance between the end of wire insulation and the solder of the connection is as follows:

a. Minimum Clearance: The insulation is in contact with the solder connection but **shall not**[4] interfere with formation of the fillet. The contour of the wires should not be obscured at the termination of the insulation.

b. Maximum Clearance: Clearance **shall**[5] be two wire diameters (including insulation) or 1.5 mm [0.0591 in], whichever is larger.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(4) Class 1-Accept
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(5) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

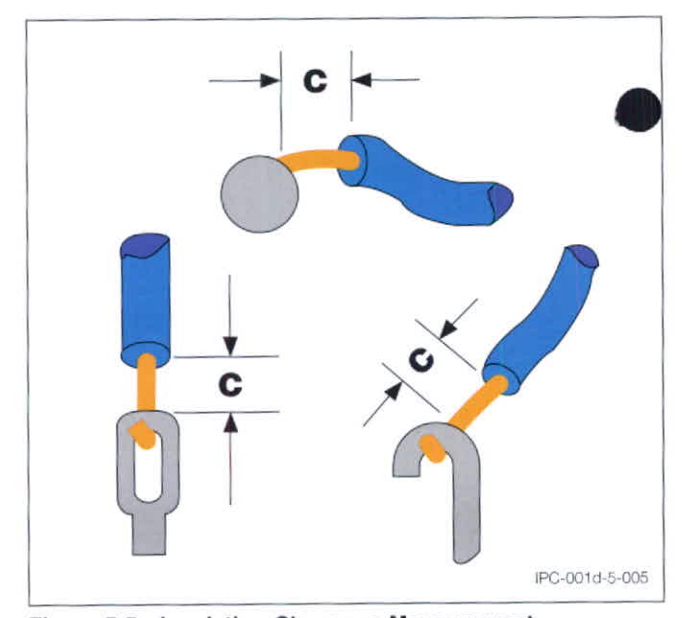


Figure 5-5 Insulation Clearance Measurement

5.4.1.2 Service Loops Lead wires **shall**[1] be dressed in the proper position with a slight loop or gradual bend as shown in Figure 5-6. The bend should be sufficient to allow at least one field repair.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

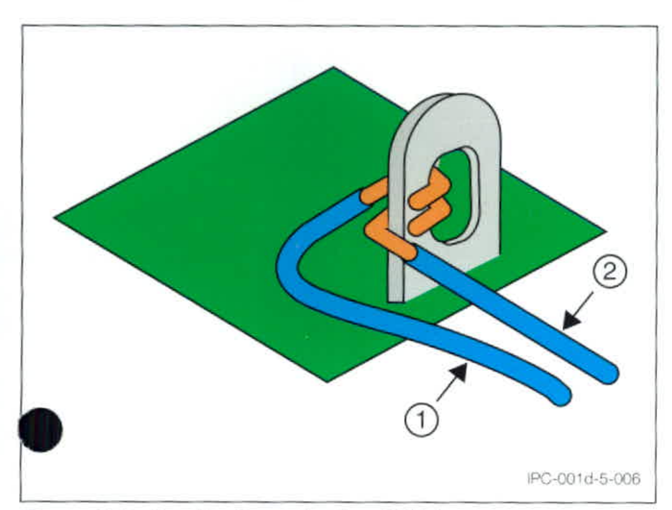


Figure 5-6 Service Loop for Lead Wiring
1. Acceptable
2. Not acceptable (insufficient)

5.4.1.3 Stress Relief Component leads **shall**[2] have stress relief. Wires connected to terminals **shall**[3] have stress relief (see Figure 5-7).

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(3) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

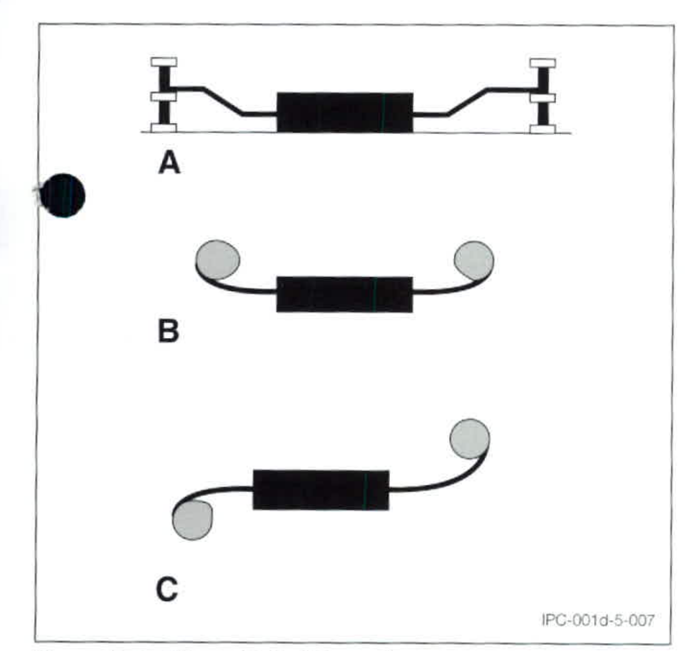


Figure 5-7 Stress Relief Examples

5.4.1.4 Orientation of Lead or Wire Wrap Attachments to terminals that require a wrap may be wrapped clockwise or counterclockwise (consistent with the direction of potential stress application). The lead or wire **shall**[4] continue the curvature of the dress of the lead/wire and **shall not**[4] interfere with the wrapping of other leads or wires on the terminal or overlap itself or each other.

(4) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

5.4.1.5 Continuous Runs A continuous solid bus wire may be run from terminal to terminal if three or more bifurcated, turret, or pierced terminals are to be connected (see Figure 5-8). A curvature **shall**[5] be included in the unwrapped wire portion of the jumper to provide relief of tension from environmental loading. The following additional requirements **shall**[6] be met:

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(6) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

a. The connection to the first and last terminals meet the required wrap for individual terminals.

b. For each intermediate turret terminal, the wire is wrapped around or interweaves each terminal.

c. For each intermediate bifurcated terminal, the wire passes through the slot and is in contact with the base of the terminal or a previously installed wire.

d. For each intermediate pierced or perforated terminal, the wire is in contact with at least two nonadjacent contact surfaces of each intermediate terminal.

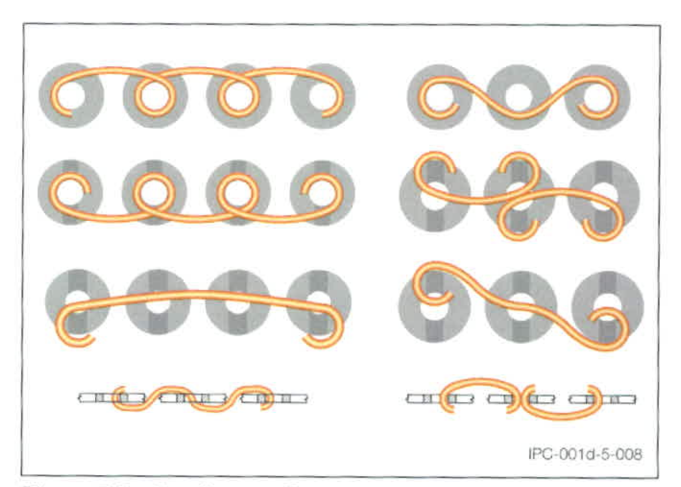


Figure 5-8 Continuous Runs

5.4.1.6 Insulation Sleeving (Wires Soldered to Pierced, Hook and Cup Terminals) When insulation sleeving is installed over a wire soldered to a pierced, hook or cup terminal, there **shall**[7] be no damage to the sleeving that would allow shorting of the wire or violation of minimum electrical clearance to adjacent circuitry.

The sleeving **shall**[8] fit snugly and extend over the insulation a minimum of 6.0 mm [0.236 in], or two wire diameters, whichever is greater, and extend over the terminal beyond the solder termination.

(7) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(8) Class 1-Accept
Class 2-Defect
Class 3-Defect

5.4.1.7 Lead and Wire End Extensions The lead and wire ends should not extend beyond the terminal more than one (1) lead diameter. Minimum electrical clearance requirements **shall**[1] be met.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

5.4.2 Bifurcated and Turret Terminals

5.4.2.1 Wire and Lead Wrap-Around - Turret and Straight Pin Leads and wires should be mechanically secured to their terminals before soldering. Such mechanical securing should prevent movement between the parts of the connection during the soldering operation. Leads and wires **shall**[2] have a minimum of 180° contact between the wire/lead and the terminal. Leads and wires **shall not**[3] have less than 90° of contact between the wire and the terminal. (see Figure 5-9).

(2) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

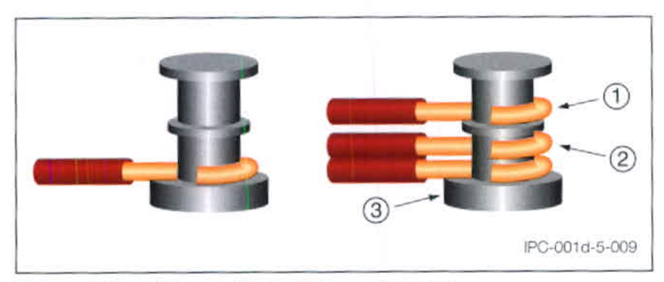


Figure 5-9 Wire and Lead Wrap Around
1. Upper guide slot
2. Lower guide slot
3. Base

5.4.2.2 Termination of Small Gauge Wire (AWG 30 and Smaller) As an exception to the requirements of 5.4.2.1, wire size AWG 30 or smaller **shall**[4] be wrapped at least once and should be wrapped no more than three complete turns around the terminal.

(4) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

5.4.2.3 Side Route Connection - Bifurcated Terminals When practical, except for bus wire, wires should be placed in ascending order with the largest on the bottom. Lead and wire ends may extend beyond the base of terminals provided the minimum electrical clearance is maintained. The attachments should be maintained such that clearance between wires and clearance between the wires and the terminal board or panel is a minimum consistent with the wire insulation thickness.

For side route connections wrapped to a post on the terminal, the wire or component lead **shall**[5] be dressed through the slot. Wires may be wrapped to either post of the terminal, assuring positive contact of the wire with at least one corner of the post (see Figure 5-10). There **shall**[6] be positive contact of the wire with at least one corner of the post (Figure 5-10) and a minimum 90° contact between the wires/leads and the terminal. As an exception Class 1 and Class 2 assemblies, wires/leads 0.75 mm [0.0295 in] or larger may be routed straight through.

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 5-3 provides the staking criteria for side route connections that do not meet minimum wrap criteria. Wires or leads **shall**[6] extend beyond the post of the terminal and be in contact with the base of the terminal or the previously installed wire.

(6) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

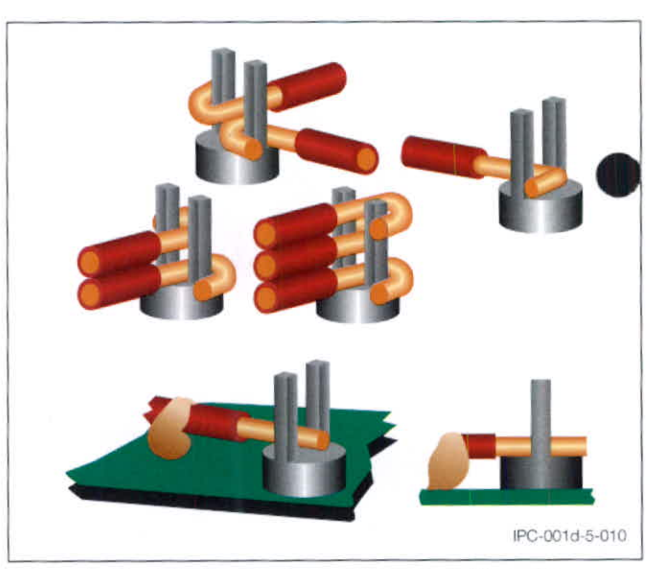


Figure 5-10 Side Route Connections and Wrap on Bifurcated Terminal

Table 5-3 Staking Requirements of Side Route Straight Through Connections - Bifurcated Terminals

Wire Diameter	Class 1	Class 2	Class 3
All wire sizes			Defect if not staked
<0.75 mm [0.0295 in][1]	Defect if not staked		
≥0.75 mm [0.0295 in][1]	Acceptable if not staked	Process Indicator if not staked	

Note 1: Equivalent to AWG 22.

5.4.2.4 Top and Bottom Route Connections Bottom routed wires **shall**[7] be wrapped on the terminal base or post with a minimum of 90° bend (see Figure 5-11). Wire insulation **shall not**[7] enter the base of post of terminal. When top routed wires to bifurcated terminals are required by the design, the wire **shall**[7] feed straight into the terminal between the tines. Remaining space between the tines **shall**[7] be filled by having the wire bent double or by using a separate filler wire (see Figure 5-11).

(7) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

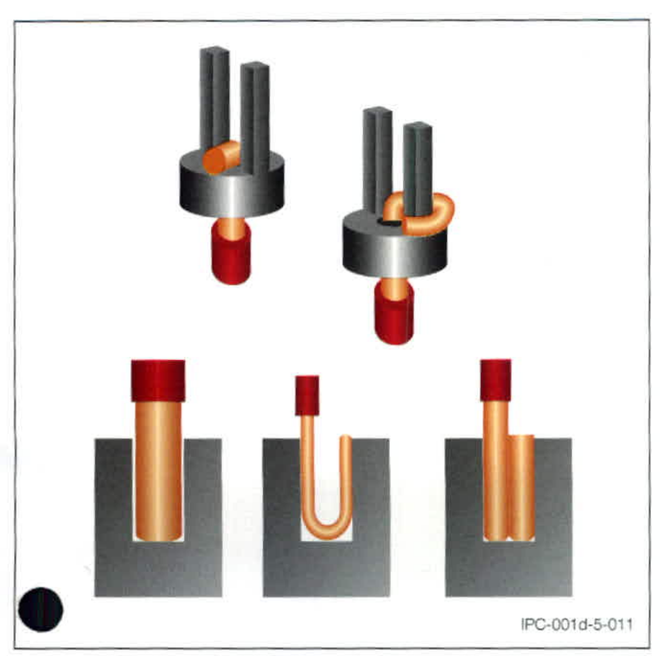


Figure 5-11 Top and Bottom Route Terminal Connection

5.4.3 Slotted Terminals Slotted terminals **shall**[1] be terminated with the lead/wire extending straight through the opening of the terminal with no wrap. The lead/wire end **shall**[1] be discernable on the exit side of the terminal and **shall**[2] not violate minimum electrical clearance. Solder as a minimum **shall**[2] wet 100% of the portion of the lead/wire that is in contact with the terminal. Solder may completely fill the slot.

(1) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

5.4.4 Hook Terminals

a. Wire(s) **shall**[3] be wrapped 180° minimum.
b. Wire(s) **shall**[3] be no closer than one wire diameter to the end of the hook.
c. Wire(s) should be within the arc of the hook (see Figure 5-12).
d. For components using hook terminations, wires **shall**[4] be spaced a minimum of two lead diameters or 1.0 mm [0.039 in], whichever is greater, from the base of the terminal.

(3) Class 1-Accept
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(4) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

5.4.5 Pierced or Perforated Terminals For wiring to a single terminal, the wire(s) **shall**[5] pass through the eye and contact two nonadjacent sides of the terminal or be wrapped around the terminal a minimum of 90° (see Figure 5-13).

For user approved designs that incorporate staking/bonding of wires, the wire(s) attached to pierced terminals **shall**[5] contact at least two surfaces of the terminal.

(5) Class 1-Accept
Class 2-Defect
Class 3-Defect

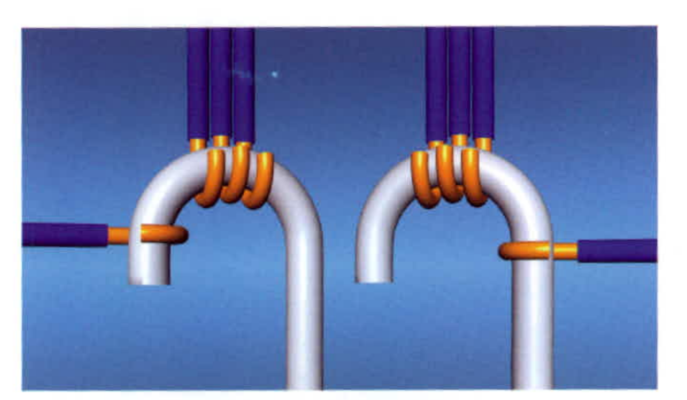


Figure 5-12 Hook Terminal Connections

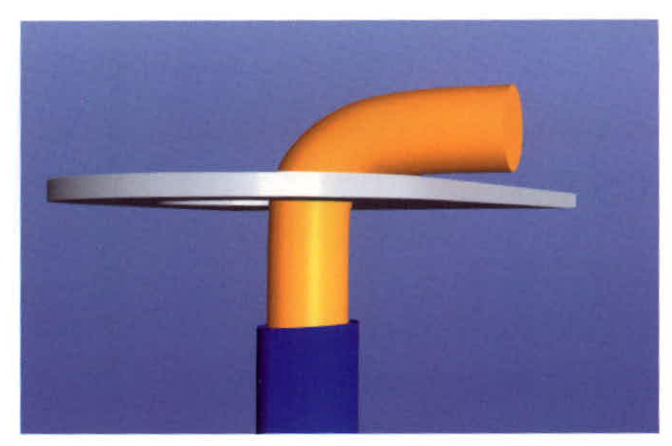


Figure 5-13 Pierced or Perforated Terminal Wire Wrap

5.4.6 Cup and Hollow Cylindrical Terminals The strands of any wire **shall**[6] meet the requirements of 5.1. The wire or wires **shall**[7] be inserted for the full depth of the cup.

(6) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

(7) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

5.5 Soldering to Terminals A solder fillet **shall**[8] join the wire/lead to the terminal. Leads with a wrap of 180° or greater **shall**[8] show evidence of good wetting for a minimum of 75% of the minimum required wrap area. Straight through terminations or leads wrapped less than 180° **shall**[8] show evidence of good wetting for 100% of the lead to terminal contact area.

(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

5.5.1 Turret and Straight Pin Terminals Wetted solder in the wire to post contact area **shall**[9] conform to Table 5-4.

(9) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 5-4 Solder Height Requirements Wire to Post

	Class 1	Class 2	Class 3
Depression of solder between the post and the lead/wire is not greater than	50%		25%

5.5.2 Cup and Hollow Cylindrical Terminals

a. A fillet **shall**[1] be formed along the surfaces of contact between the wire and terminal.

b. Solder **shall**[2] fill at least 75% of terminals.

c. Any solder buildup on the outside of the cup **shall not**[2] affect form, fit or function.

d. Solder **shall**[1] wet the entire inside of a terminal.

e. Solder **shall**[1] be visible in the inspection hole and may rise slightly above it. Solder may overfill the cup.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

6 THROUGH-HOLE MOUNTING AND TERMINATIONS

6.1 Through-Hole Terminations - General Axial Leaded components, when mounted horizontal to the board surface, should be approximately centered between the mounting holes. The entire length of the component body should be in contact with the board surface. The maximum space between the component body and the board **shall**[3] not exceed 0.7 mm [0.028 in]. Components that are required to be mounted off the board **shall**[4] be elevated at least 1.5 mm [0.059 in]. Components mounted in unsupported holes and required to be elevated **shall**[4] be provided with lead forms at the board surface, or other mechanical support.

Axial leaded components mounted vertically in unsupported holes **shall**[4] be mounted with lead forms or other mechanical support. Axial lead components mounted vertically in supported holes **shall**[4] have component height requirements (from the board to the body or weld bead) in accordance with the user determined dimension.

(3) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Proc Ind

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

6.1.1 Lead Forming Part and component leads should be preformed to the final configuration excluding the final clinch or retention bend before assembly or installation. The lead forming process **shall not**[5] damage lead seals, welds, or connections internal to components.

Leads **shall**[6] extend at least one lead diameter or thickness but not less than 0.8 mm [0.031 in] from the body or weld before the start of the bend radius (see Figure 6-1).

The lead bend radius **shall**[6] be in accordance with Table 6-1.

Note: Measurement is made from the end of the part. (The end of the part is defined to include any coating, solder seal, solder or weld bead, or any other extension.)

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(6) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

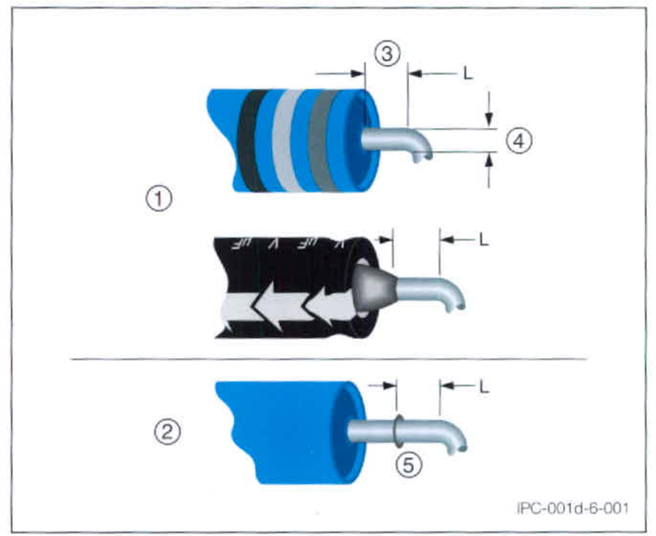


Figure 6-1 Lead Bends

1. Standard bend
2. Welded bend
3. Straight for 1 diameter/lead thickness, but not less than 0.8 mm [0.031 in]
4. Diameter/Thickness
5. Weld

Table 6-1 Lead Bend Radius

Lead Diameter	Minimum Bend Radius (R)
Less than to 0.8 mm [0.031 in]	1 diameter/thickness
From 0.8 to 1.2 mm [0.031 to 0.047 in]	1.5 diameters/thickness
Greater than 1.2 mm [0.047 in]	2 diameters/thickness

6.1.2 Lead Deformation Limits Leads **shall not**[7] have nicks or deformation exceeding 10% of the diameter, width, or thickness of the lead except as allowed for flattened leads (see 7.1.4). Exposed basis metal is acceptable provided it does not prevent the formation of an acceptable solder connection.

(7) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

6.1.3 Lead Termination Requirements Component leads in supported holes may be terminated using a straight through, partially clinched, or clinched configuration. The clinch should be sufficient to provide mechanical restraint during the soldering process. The orientation of the clinch relative to any conductor is optional. DIP leads should have at least two diagonally opposing leads partially bent outward.

Class 3 lead terminations in unsupported holes **shall**[8] be clinched a minimum of 45°.

If a lead or wire is clinched, the lead **shall**[8] be wetted in the clinched area. The outline of the lead should be discernible in the solder connection.

(8) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

Tempered leads **shall not**[1] be terminated with a (full) clinched configuration.

Lead protrusion **shall not**[1] violate minimum electrical clearance requirements. Lead protrusion **shall**[1] be in accordance with Table 6-2 for unsupported holes or Table 6-3 for supported holes.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 6-2 Protrusion of Leads in Unsupported Holes

	Class 1	Class 2	Class 3
(L) min.	End is discernible in solder[1]		Sufficient to clinch
(L) max.[1]	No danger of shorts[2]		

Note 1. Lead protrusion should not exceed 2.5 mm [0.0984 in] if there is a possibility of violation of minimum electrical spacing, damage to soldered connections due to lead deflection or penetration of static protective packaging during subsequent handling or operating environments.

2. See 6.2.1.

Table 6-3 Protrusion of Leads in Supported Holes

	Class 1	Class 2	Class 3
(L) min.	End is discernible in solder[1]		
(L) max.[2]	No danger of shorts	2.5 mm [0.0984 in]	1.5 mm [0.0591 in]

Note 1. For boards greater than 2.3 mm [0.0986 in] thick, with components having preestablished lead lengths, e.g., DIPs, sockets, connectors, as a minimum component or lead shoulder need to be flush to the board surface, but lead end may not be visible in the subsequent solder connection.

Note 2. Lead protrusion should not exceed 2.5 mm [0.0984 in] if there is a possibility of violation of minimum electrical spacing, damage to soldered connections due to lead deflection or penetration of static protective packaging during subsequent handling or operating environments.

Connector leads are exempt from the maximum length requirement provided that they do not violate minimum electrical spacing at the next higher assembly level.

6.1.4 Lead Trimming Leads may be trimmed after soldering provided the cutters do not damage the component or solder connection due to physical shock. Tempered leads **shall not**[2] be trimmed unless specified on the drawings.

When lead cutting is performed after soldering, the solder terminations **shall**[3] either be reflowed or visually inspected at 10X to ensure that the original solder connection has not been damaged (e.g., fractured) or deformed. If the solder connection is reflowed this is considered part of the soldering process and not rework. This requirement does not apply to components which are designed such that a portion of the lead is intended to be removed after soldering (e.g., break-away tie bars).

(2) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(3) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

6.1.5 Interfacial Connections Unsupported holes with leads or PTHs not subjected to mass soldering and used for interfacial connections need not be filled with solder. PTHs not exposed to solder because of permanent or temporary maskant and used for interfacial connections need not be filled with solder.

6.1.6 Coating Meniscus In Solder For Class 1 and 2 as an exception to Tables 6-4 or 6-5, as appropriate for supported or unsupported holes, on the solder destination side the meniscus may be covered by solder but on the solder source side there **shall**[4] be 360° visible solder wetting and no visible coating meniscus in the solder connection. Solder connections **shall**[5] meet the requirements of Tables 6-4 or 6-5, as appropriate.

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(5) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

6.2 Unsupported Holes

6.2.1 Lead Termination Requirements for Unsupported Holes Lead protrusion for unsupported holes **shall**[6] meet the requirements of Table 6-2. Solder **shall**[6] meet the requirements of Table 6-4.

(6) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 6-4 Unsupported Holes with Component Leads, Minimum Acceptable Conditions[1]

Criteria	Class 1	Class 2	Class 3
Percentage of land area covered with wetted solder[2]	75%	75%	75%
Wetting of lead and land	270°	270°	330°

Note 1. Wetted solder refers to solder applied by the solder process.
Note 2. This applies to any side to which solder was applied.

6.3 Supported Holes

6.3.1 Solder Application Solder **shall**[7] only be applied to one side of a PTH. Heat may be simultaneously applied to both sides of the PTH.

(7) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

6.3.2 Through-Hole Component Lead Soldering When soldering component leads into PTH connections, the goal of the process is to accomplish 100% fill of the PTH with solder and good wetting top and bottom. The solder connection **shall**[8] provide evidence of good wetting and the PTH solder fill **shall**[8] meet the requirements of Table 6-5 and Figure 6-2, with solder wetted to the hole wall.

(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

As an exception to the Class 2 fill requirements in Table 6-5, for plated-through holes connected to thermal or conductor planes that act as thermal heat sinks, a 50% vertical fill of solder is permitted, but with solder extending 360° around the lead with 100% wetting from barrel walls to lead on the secondary side, and the surrounding PTHs meeting requirements of Table 6-5.

Table 6-5 Supported Holes with Component Leads, Minimum Acceptable Conditions[1]

	Criteria	Class 1	Class 2	Class 3
A.	Circumferential wetting on solder destination side of lead and barrel.	Not specified	180°	270°
B.	Vertical fill of solder.[3,4]	Not specified	75%	75%
C.	Circumferential fillet and wetting on solder source side of lead and barrel.[2]	270°	270°	330 °
D.	Percentage of original land area covered with wetted solder on solder destination side.	0	0	0
E.	Percentage of original land area covered with wetted solder on solder source side.[2]	75%	75%	75%

Note 1. Wetted solder refers to solder applied by any solder process including intrusive soldering.
Note 2. Applies to any side to which solder or solder paste was applied.
Note 3. The 25% unfilled height includes both source and destination side depressions.
Note 4. Class 2 may have less than 75% vertical fill as noted in 6.3.2.

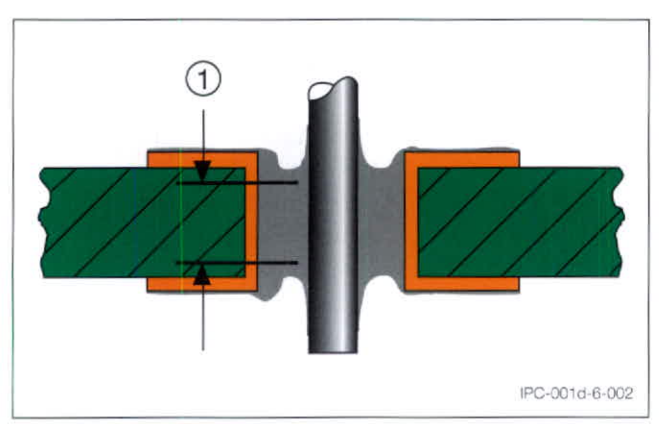


Figure 6-2 Vertical Fill Example
1. Vertical fill

Note: Less than 100% solder fill may not be acceptable in some applications (e.g., thermal shock). The user is responsible for identifying these situations to the manufacturer.

7 SURFACE MOUNTING OF COMPONENTS

7.1 Surface Mount Device Lead Forming Leads **shall**[1] be formed in such a manner that the lead-to-body seal is not damaged or degraded (see Figures 7-1 and 7-2). When lead forming is required during the assembly process leads **shall**[1] be formed such that there is an available minimum lead length for contact to the solder pad as shown in Table 7-1.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

The leads of surface mounted components **shall**[1] be formed to their final configuration prior to soldering.

Note: Where severe loading conditions exist such as Coefficient of Thermal Expansion (CTE) mismatches or severe operational environments, extra consideration should be given to the minimum available contact length.

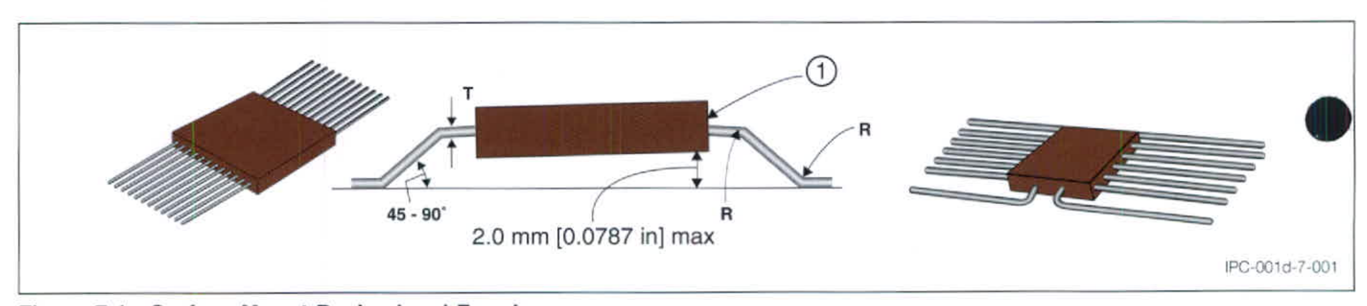


Figure 7-1 Surface Mount Device Lead Forming
1. No bend into the seal

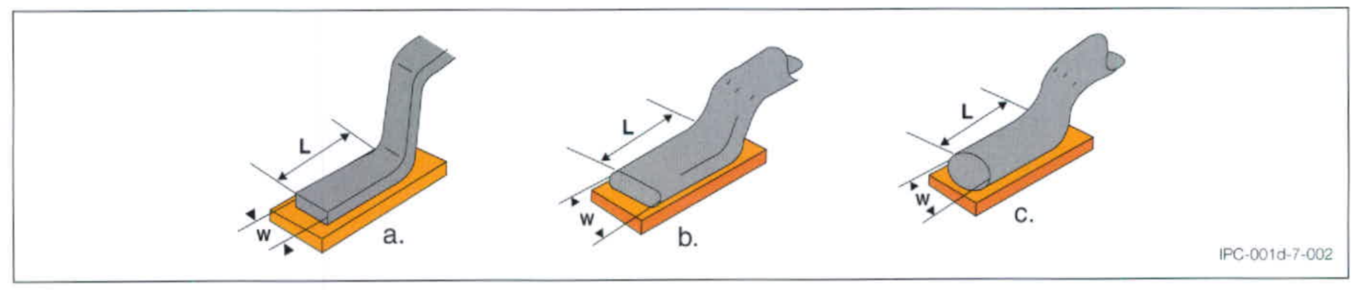


Figure 7-2 Surface Mount Device Lead Forming

Table 7-1 SMT Lead Forming Minimum Lead Length

A. One lead width for flat leads.
B. Two lead widths for coined leads.
C. Two lead diameters for round leads.

7.1.1 Lead Deformation Limits Whether leads are formed manually or by machine or die, parts or components **shall not**[1] be mounted if the part or component lead has nicks or deformation exceeding 10% of the diameter, width, or thickness of the lead except as allowed for flattened leads (see 7.1.4). Exposed basis metal is acceptable if deformation does not exceed 10% of the diameter, width, or thickness of the lead.

Lead deformation (unintentional bending) may be allowed provided:

a. There **shall**[1] be no evidence of a short or potential short existing.
b. The lead-to-body seal or weld **shall not**[1] be damaged by the deformation.
c. The minimum electrical clearance **shall not**[1] be violated.
d. The top of the lead should not extend beyond the top of the component body, except for preformed stress loops.
e. If present on ends, toe curl should not exceed two times the thickness of the lead.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

7.1.2 Flat Pack Parallelism Leads on opposite sides of surface mounted flatpacks should be formed such that the nonparallelism between the base surface of the component and the surface of the printed board (i.e., component cant) is minimal. Component cant is permissible, however, the final configuration should not exceed the clearance limit of 2 mm [0.0787 in] (see Figure 7-1).

7.1.3 Surface Mount Device Lead Bends Bends **shall not**[2] extend into the seal.

The lead-bend radius **shall**[3] be ≥1T where T = nominal lead thickness/diameter (see Figure 7-1).

Leads **shall**[2] be supported during forming to protect the lead-to-body seal.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(3) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

7.1.4 Flattened Leads Components with axial leads of round cross-section may be flattened (coined) for positive seating in surface mounting. If flattening is used, the flattened thickness **shall not**[4] be less than 40% of the original diameter. Flattened areas of leads are excluded from the 10% deformation requirement of 7.1.1.

(4) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

7.1.5 Dual-in-Line Packages (DIPs) Dual-in-line packages may be surface mounted provided the leads are configured to meet the mounting requirements for surface mounted leaded parts.

7.1.6 Parts Not Configured for Surface Mounting Components of the through-hole configuration (e.g., transistors, metal power packages, and other nonaxial leaded components), **shall not**[5] be surface mounted unless the leads are formed to meet the surface mount device lead forming requirements.

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

7.2 Devices with Externally Deposited Elements Components with electrical elements deposited on an external surface (such as chip resistors) **shall**[6] be mounted with that surface away from the printed board or substrate.

(6) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Proc Ind

7.3 Leaded Component Body Clearing The maximum clearance between the bottom of a leaded component body and the printed circuit surface should be 2 mm [0.078 in]. Parts insulated from circuitry or over surfaces without exposed circuitry may be mounted flush. Uninsulated parts mounted over exposed circuitry **shall**[7] have their leads formed to provide a minimum of 0.25 mm [0.00984 in] between the bottom of the component body and the exposed circuitry.

(7) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

7.3.1 Axial-Leaded Components The body of a surface mounted axial-leaded component should not be spaced above the surface of the printed board more than 2 mm [0.078 in], unless the component is mechanically attached to the substrate by adhesive or other mechanical means (see Figure 7-1).

7.4 Parts Configured for Butt Lead Mounting Parts may be configured for surface butt mounting on Class 1 and 2 products. Components designed for pin-in-hole application and modified for butt connection attachment, or stiff-leaded dual-in-line packages (e.g., alloy 42, brazed or tempered leads, etc.) may be butt mounted. Butt mounting **shall not**[8] be permitted on Class 3 products.

(8) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

7.5 Hold Down of Surface Mount Leads Surface mounted device leads **shall not**[9] be held down under stress (e.g., by probes) during solder solidification such that the resulting residual stresses remain.

The resistance reflow system **shall not**[9] deflect the leads more than two times the lead thickness during reflow.

(9) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

7.6 Soldering Requirements Solder connections or terminations on components designed for surface mounting **shall**[1] exhibit conditions that meet the general descriptions of 4.14, and **shall not**[1] exhibit any of the defect conditions of 4.14.3, with the specific dimensions defined in 7.6.3 through 7.6.16 (see Table 7-2).

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

7.6.1 Misaligned Components Some surface mounted components will self-align during reflow soldering but a degree of misalignment is permitted to the extent specified in Tables 7-3 through 7-16; however, minimum design electrical clearance **shall not**[2] be violated.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

7.6.2 Unspecified and Special Requirements Some dimensions, e.g., solder thickness, are not inspectable conditions and are identified by notes.

Dimension (G) is the solder fillet from the top of the land to the bottom of the termination. Dimension (G) is the prime parameter in the determination of solder connection reliability for leadless components. A thick (G) is desirable.

Additional information related to reliability of surface mount connections is available in IPC-D-279, IPC-SM-785 and IPC-9701.

Table 7-2 Surface Mount Components

Bottom Only Terminations	7.6.3
Rectangular or Square End Component Termination	7.6.4
Cylindrical End Cap Terminations (MELF)	7.6.5
Castellated Terminations	7.6.6
Flat, Ribbon, "L," and Gull Wing Lead Terminations	7.6.7
Round or Flattened (Coined) Lead Terminations	7.6.8
"J" Lead Terminations	7.6.9
Butt Connection Terminations	7.6.10
Flat Lug Lead Terminations	7.6.11
Tall Profile Components Having Bottom Only Terminations	7.6.12
Inward Formed L-shaped Ribbon Lead Terminations	7.6.13
Surface Mount Area Array Packages	7.6.14
Quad Flat Pack-No Leads QFN	7.6.15
Bottom Thermal Plane Terminations	7.6.16

7.6.3 Bottom Only Terminations Discrete chip components, leadless chip carriers, and other devices having metallized terminations on the bottom side only (except ball grid arrays) **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-3 and Figure 7-3 for each product classification. The widths of the component and land are W and P, respectively, and the termination overhang describes the condition whereby the smaller extends beyond the larger termination (i.e., W or P).

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-3 Dimensional Criteria - Bottom Only Terminations

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W) or 50% (P), whichever is less; Note 1		25% (W) or 25% (P), whichever is less; Note 1
End Overhang	B	Not permitted		
Minimum End Joint Width	C	50% (W) or 50% (P), whichever is less		75% (W) or 75% (P), whichever is less
Minimum Side Joint Length	D	Note 3		
Maximum Fillet Height	E	Note 3		
Minimum Fillet Height	F	Note 3		
Solder Thickness	G	Note 3		
Minimum End Overlap	J	Required		
Termination Length	L	Note 2		
Land Width	P	Note 2		
Termination Width	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size, determined by design.
Note 3. Wetting is evident.

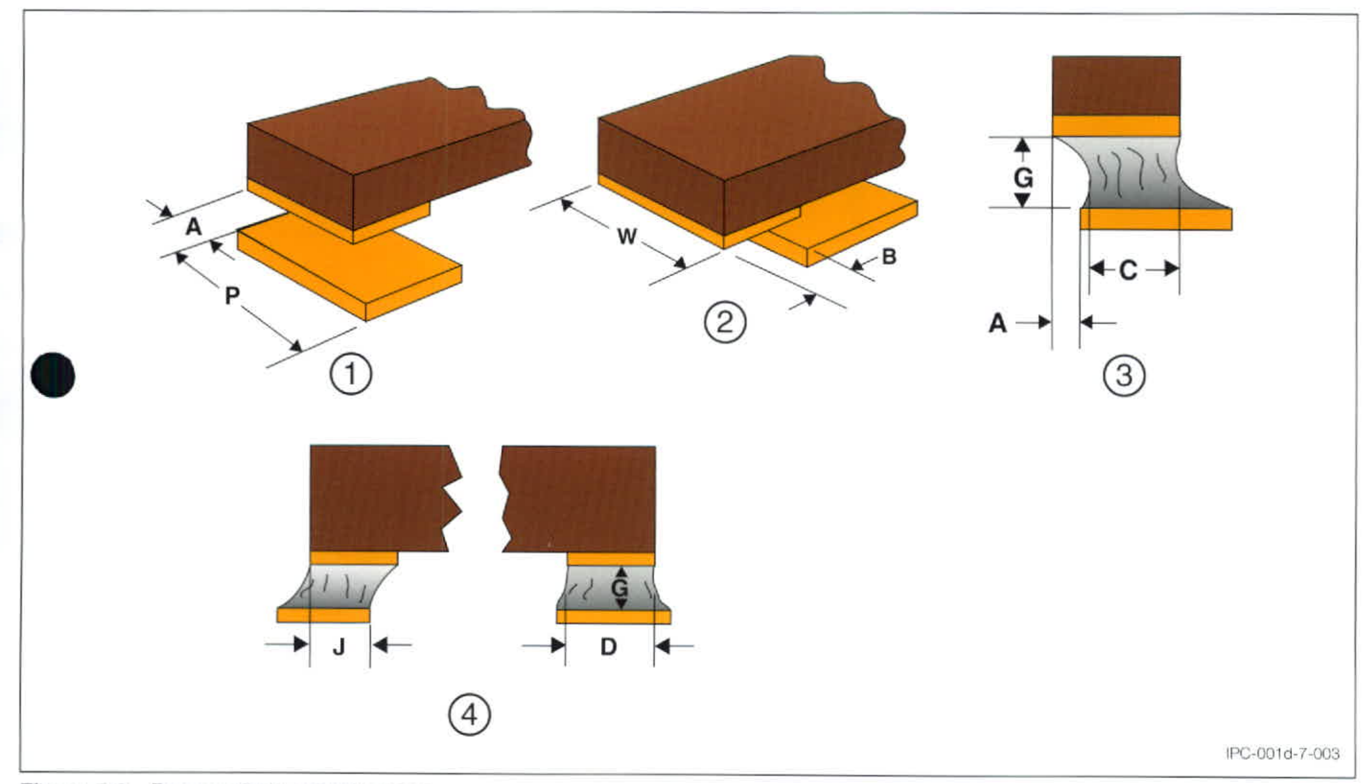


Figure 7-3 Bottom Only Terminations

1. Side overhang
2. End overhang
3. End joint width
4. Side joint length, end overlap

7.6.4 Chip Components - Rectangular or Square End Components - 1, 3 or 5 Side Termination

These criteria apply to component types such as Chip Resistor, Chip Capacitor, and Square End MELF.

Solder connections to components having terminations of a square or rectangular configuration **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-4 and Figure 7-4 for each product classification. For 1 sided termination, the solderable side is the vertical end face of the component.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-4 Dimensional Criteria - Chip Components - Rectangular or Square End Components - 1, 3 or 5 Side Termination

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W) or 50% (P), whichever is less; Note 1		25% (W) or 25% (P), whichever is less; Note 1
End Overhang	B	Not permitted		
Minimum End Joint Width	C	50% (W) or 50% (P), whichever is less; Note 5		75% (W) or 75% (P), whichever is less; Note 5
Minimum Side Joint Length	D	Note 3		
Maximum Fillet Height	E	Note 4		
Minimum Fillet Height	F	Wetting is evident on the vertical surface(s) of the component termination. Note 6		(G) + 25% (H) or (G) + 0.5 mm [0.02 in], whichever is less. Note 6
Solder Thickness	G	Note 3		
Termination Height	H	Note 2		
Minimum End Overlap	J	Required		
Width of Land	P	Note 2		
Termination Width	W	Note 2		
Side Mounting/Billboarding, Notes 7, 8				
Width to Height Ratio		Does not exceed 2:1		
End Cap and Land Wetting		100% wetting land to end metallization contact areas		
Minimum End Overlap	J	100%		
Maximum Side Overhang	A	Not permitted		
End Overhang	B	Not permitted		
Maximum Component Size		No limits		1206
Termination Faces		Three or more faces		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. The maximum fillet may overhang the land and/or extend onto the top of the end cap metallization; however, the solder does not extend further onto the top of the component body.
Note 5: (C) is measured from the narrowest side point of the solder fillet.
Note 6: Designs with via in pad may preclude meeting these criteria. Solder acceptance criteria should be defined between the user and the manufacturer.
Note 7: These criteria are for chip components that may flip (rotate) onto the narrow edge during assembly.
Note 8: These criteria may not be acceptable for certain high frequency or high vibration applications.

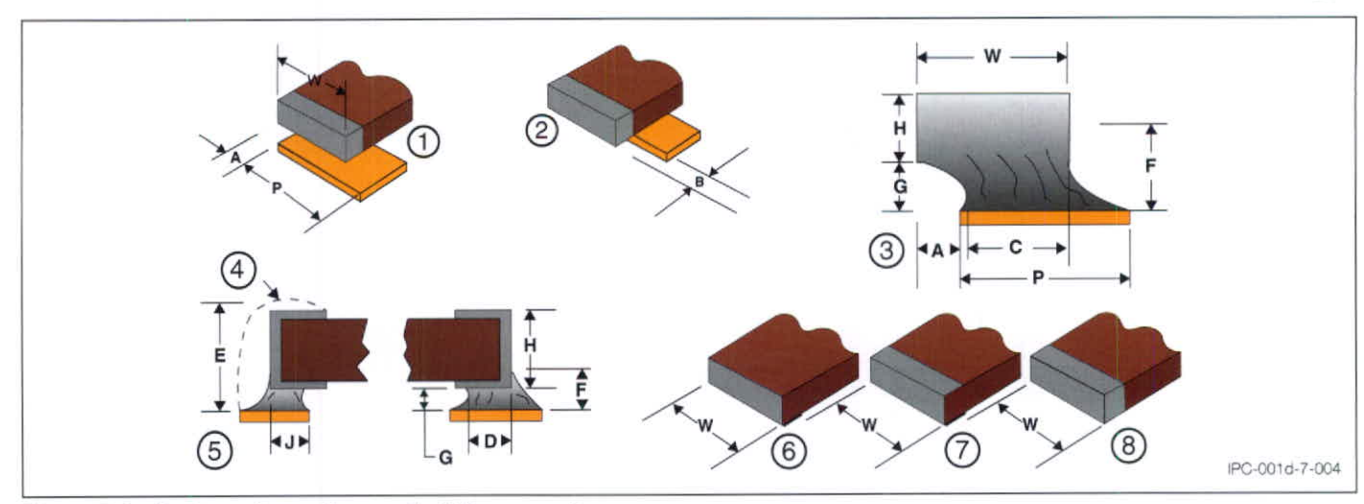


Figure 7-4 Rectangular or Square End Components

1. Side overhang
2. End overhang
3. End joint width
4. See Note 4, Table 7-4
5. Side joint length, end overlap
6. One or two face termination
7. Three face termination
8. Five face termination

7.6.5 Cylindrical End Cap (MELF) Terminations Solder connections to components having cylindrical end cap terminations **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-5 and Figure 7-5 for each product classification.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-5 Dimensional Criteria - Cylindrical End Cap (MELF) Terminations

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	25% (W) or 25% (P), whichever is less; Note 1		
End Overhang	B	Not permitted		
Minimum End Joint Width, Note 2	C	Note 4	50% (W) or 50% (P), whichever is less	
Minimum Side Joint Length	D	Notes 4, 6	50% (R) or 50% (S), whichever is less; Note 6	75% (R) or 75% (S), whichever is less; Note 6
Maximum Fillet Height	E	Note 5		
Minimum Fillet Height (end and side)	F	Wetting is evident on the vertical surface(s) of the component termination. Note 7		(G) + 25% (W) or (G) + 1.0 mm [0.0394 in], whichever is less. Note 7
Solder Thickness	G	Note 4		
Minimum End Overlap	J	Notes 4, 6	50% (R) Note 6	75% (R) Note 6
Land Width	P	Note 3		
Termination/Plating Length	R	Note 3		
Land Length	S	Note 3		
Termination Diameter	W	Note 3		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. (C) is measured from the narrowest point of the solder fillet.
Note 3. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 4. Wetting is evident.
Note 5. The maximum fillet may overhang the land or extend onto the top of the component termination; however, the solder does not extend further onto the component body.
Note 6. Does not apply to components with end-only terminations.
Note 7: Designs with via in pad may preclude meeting these criteria. Solder acceptance criteria should be defined between the user and the manufacturer.

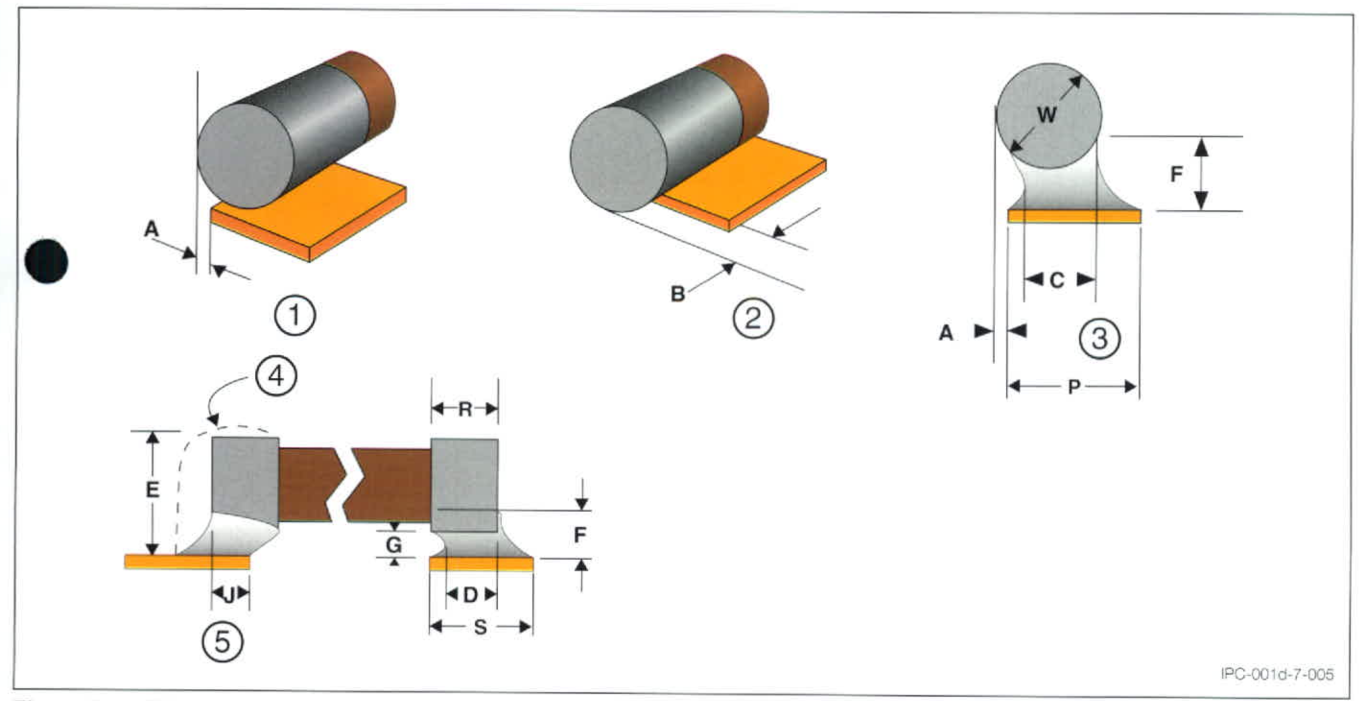


Figure 7-5 MELF Terminations

1. Side overhang
2. End overhang
3. End joint width
4. See Note 4, Table 7-5
5. Side joint length and end overlap

7.6.6 Castellated Terminations Connections formed to castellated terminations **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-6 and Figure 7-6 for each product classification.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-6 Dimensional Criteria - Castellated Terminations

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W) Note 1		25% (W) Note 1
End Overhang	B	Not permitted		
Minimum End Joint Width	C	50% (W)		75% (W)
Minimum Side Joint Length, Note 4	D	Note 3	Depth of castellation	
Maximum Fillet Height	E	G + H		
Minimum Fillet Height	F	Note 3	(G) + 25% (H)	(G) + 50% (H)
Solder Thickness	G	Note 3		
Castellation Height	H	Note 2		
Land Length	S	Note 2		
Castellation Width	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Length "D" is dependent upon fillet height "F."

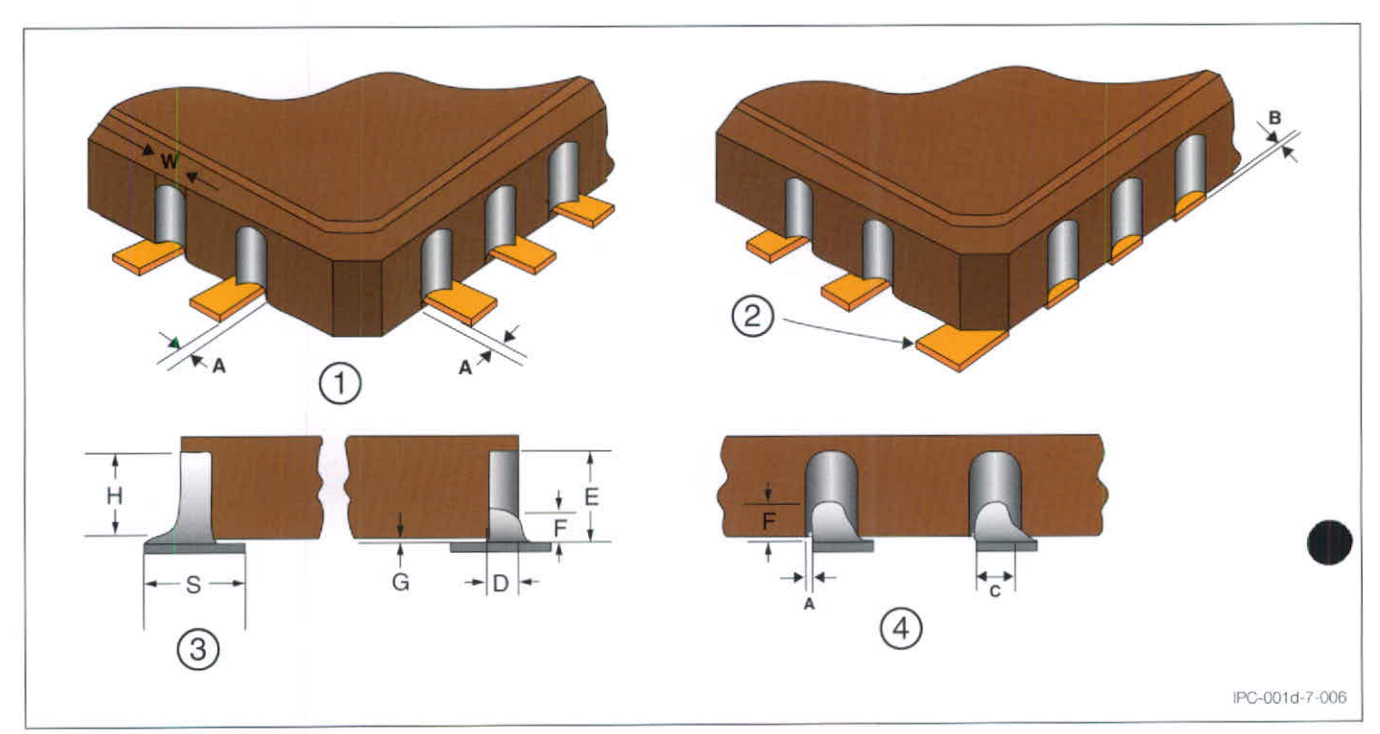


Figure 7-6 Castellated Terminations

1. Side overhang
2. Corner (termination) fillet required if metallization is present
3. Side joint length
4. Side overhang/end joint width

7.6.7 Flat, Ribbon, "L," and Gull Wing Leads Connections formed to flat, ribbon, "L," and gull wing shaped leads of either stiff or flexible materials **shall**[1] meet the alignment and solder fillet requirements of Table 7-7 and Figure 7-7 for each product classification.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

In the following criteria, the words "plastic component" are used in the generic sense to differentiate between plastic components and those made of other materials, e.g., ceramic/alumina or metal (normally hermetically sealed).

Table 7-7 Dimensional Criteria - Flat, Ribbon, "L," and Gull Wing Leads

Feature		Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang		A	50% (W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less; Note 1		25% (W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less; Note 1
Maximum Toe Overhang		B	Note 1		
Minimum End Joint Width		C	50% (W)		75% (W)
Minimum Side Joint Length; Note 6	when (L) is ≥3 W	D	(1W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less	3 (W) or 75% (L), whichever is longer	
	when (L) is <3 W			100% (L)	
Maximum Heel Fillet Height		E	Note 4		
Minimum Heel Fillet Height		F	Note 3	(G) + 50% (T) Note 5	(G) + (T) Note 5
Solder Thickness		G	Note 3		
Formed Foot Length		L	Note 2		
Lead Thickness		T	Note 2		
Lead Width		W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Solder fillet may extend through the top bend. Solder does not touch package body or end seal, except for plastic SOIC or SOT devices. Solder should not extend under the body of surface mount components whose leads are made of Alloy 42 or similar metals.
Note 5. In the case of a toe-down lead configuration, the minimum heel fillet height (F) extends at least to the mid-point of the outside lead bend.
Note 6. Fine pitch leads require a minimum side fillet length of 0.5 mm [0.02 in].

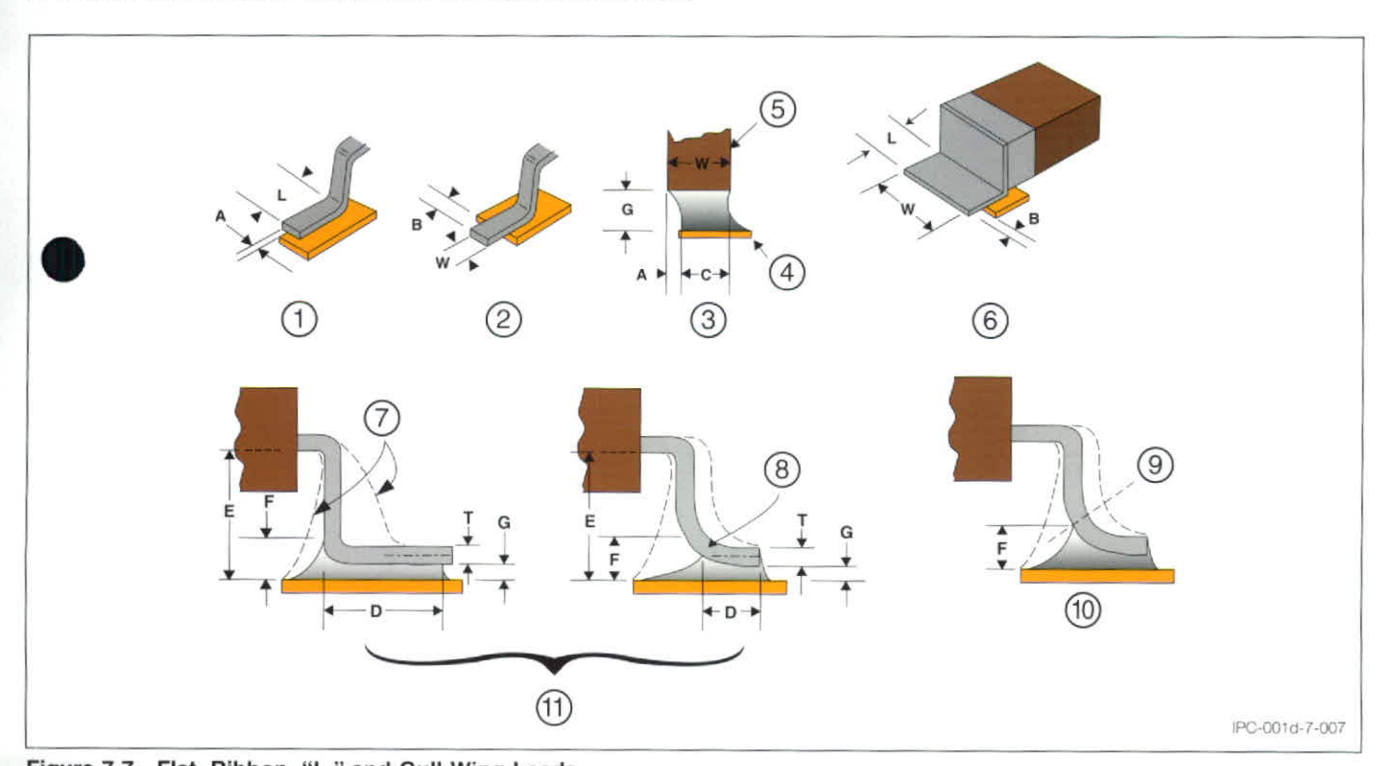


Figure 7-7 Flat, Ribbon, "L," and Gull Wing Leads

1. Side overhang
2. Toe overhang
3. End joint width
4. Land
5. Lead
6. Other lead configurations
7. See Note 4, Table 7-7
8. Center line of (T)
9. Line bisecting lower bend
10. Toe down heel fillet height
11. Side joint length

7.6.8 Round or Flattened (Coined) Leads Connections formed to round or flattened (coined) leads **shall**[1] meet the dimensional and fillet requirements of Table 7-8 and Figure 7-8 for each product classification.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-8 Dimensional Criteria - Round or Flattened (Coined) Leads

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less; Note 1		25% (W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less; Note 1
Maximum Toe Overhang	B	Note 1		
Minimum End Joint Width	C	Note 3		75% (W)
Minimum Side Joint Length	D	100% (W)		150% (W)
Maximum Heel Fillet Height	E	Note 4		
Minimum Heel Fillet Height	F	Note 3	(G) + 50% (T) Note 5	(G) + (T) Note 5
Solder Thickness	G	Note 3		
Formed Foot Length	L	Note 2		
Minimum Side Joint Height	Q	Note 3	(G) + 50% (T)	
Thickness of Lead at Joint Side	T	Note 2		
Flattened Lead Width or Diameter of Round Lead	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Solder fillet may extend through the top bend. Solder does not touch package body or end seal, except for plastic SOIC or SOT devices. Solder should not extend under the body of surface mount components whose leads are made of Alloy 42 or similar metals.
Note 5. In the case of a toe-down lead configuration, the minimum heel fillet height (F) extends at least to the mid-point of the outside lead bend.

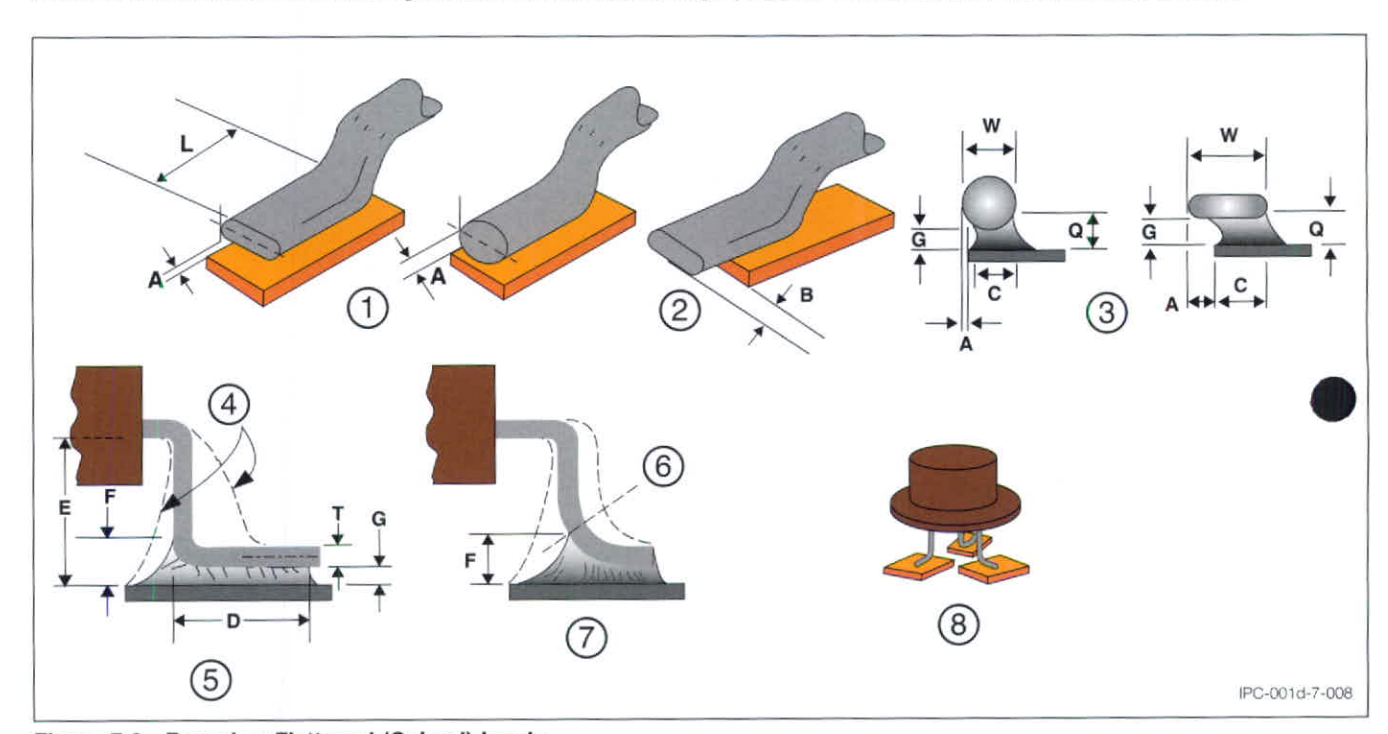


Figure 7-8 Round or Flattened (Coined) Leads

1. Side overhang
2. Toe overhang
3. End joint width
4. See Note 4, Table 7-8
5. Side joint length
6. Line bisecting lower bend
7. Toe down heel fillet height
8. Other land configurations

7.6.9 "J" Leads Connections formed to leads having a "J" shape at the connection site **shall**[1] meet the dimensional and fillet requirements of Table 7-9 and Figure 7-9 for each product classification.

> **(1)** Class 1-Defect
> Class 2-Defect
> Class 3-Defect

Table 7-9 Dimensional Criteria - "J" Leads

Feature	Dim.	Class I	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W) Note 1		25% (W) Note 1
Maximum Toe Overhang	B	Notes 1, 2		
Minimum End Joint Width	C	50% (W)		75% (W)
Minimum Side Joint Length	D	Note 3	150% (W)	
Maximum Fillet Height	E	Note 4		
Minimum Heel Fillet Height	F	(G) + 50% (T)		(G) + (T)
Solder Thickness	G	Note 3		
Lead Thickness	T	Note 2		
Lead Width	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Solder fillet does not touch package body.

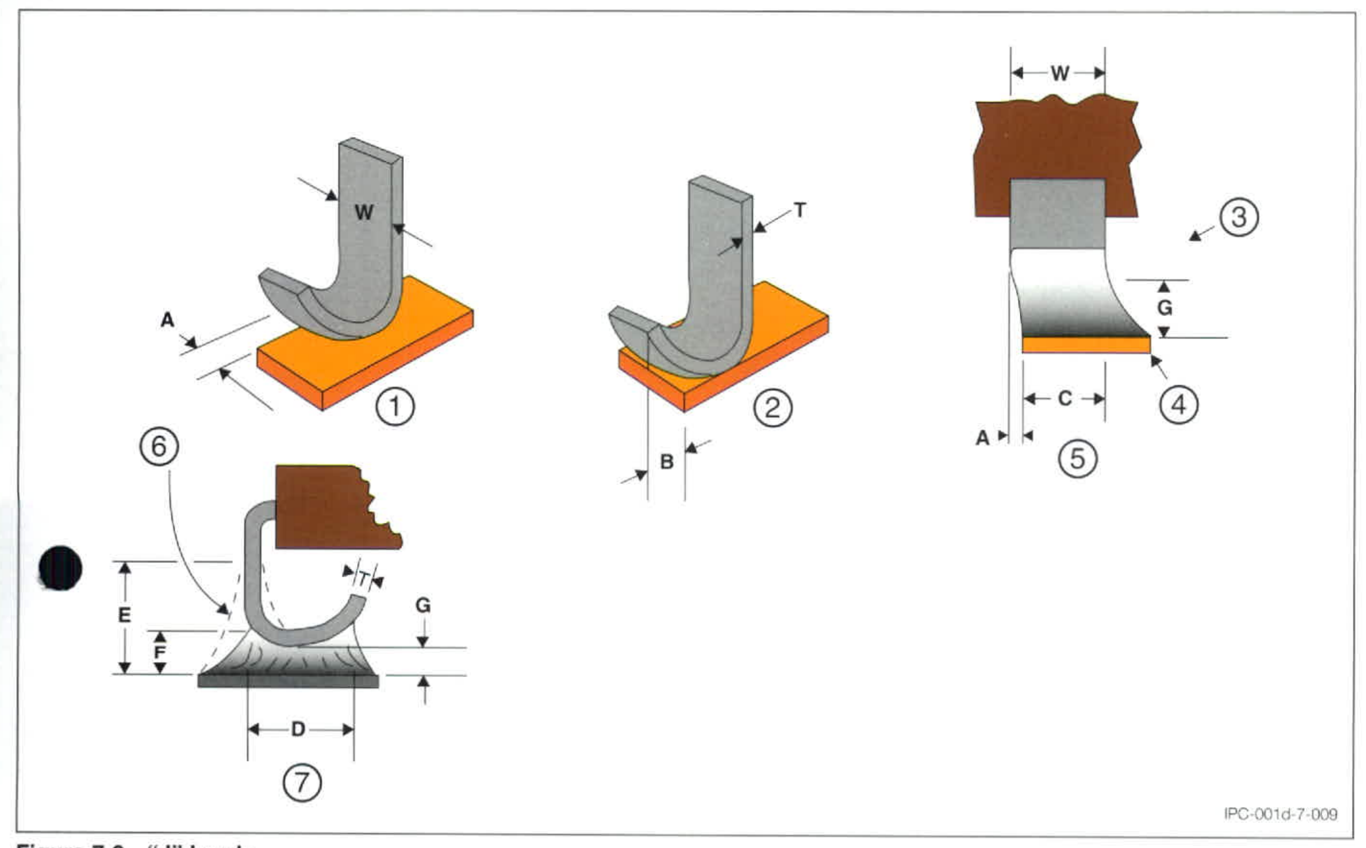


Figure 7-9 "J" Leads

1. **Side overhang**
2. **Toe overhang**
3. **Lead**
4. **Land**
5. **End joint width**
6. **See Note 4, Table 7-9**
7. **Side joint length**

7.6.10 Butt Connections (Not Permitted for Class 3 Products) Connections formed to leads positioned perpendicular to a circuit land in a butt configuration **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-10 and Figure 7-10 for each product classification.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-10 Dimensional Criteria - Butt/I Connections (Not Applicable to Class 3)

Feature	Dim.	Class 1	Class 2
Maximum Side Overhang	A	25% (W) Note 1	Not permitted
Maximum Toe Overhang	B	Not permitted	
Minimum End Joint Width	C	75% (W)	
Minimum Side Joint Length	D	Note 2	
Maximum Fillet Height	E	Note 4	
Minimum Fillet Height	F	0.5 mm [0.0197 in]	
Solder Thickness	G	Note 3	
Lead Thickness	T	Note 2	
Lead Width	W	Note 2	

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Maximum fillet may extend into the bend radius. Solder does not touch package body.

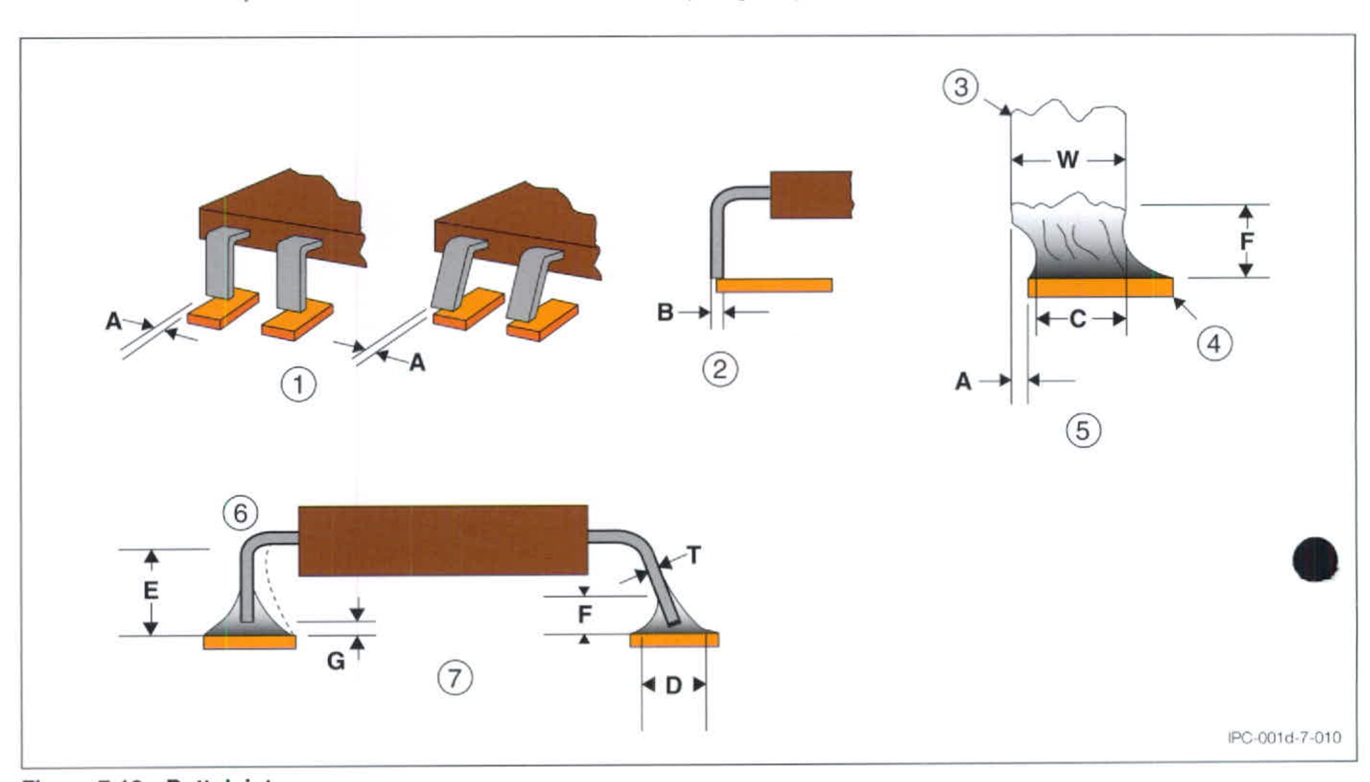


Figure 7-10 Butt Joint

1. Side overhang
2. Toe overhang
3. Lead
4. Land
5. End joint width
6. See Note 4, Table 7-10
7. Side joint length

7.6.11 Flat Lug Leads Connections formed to the leads of power dissipating components with flat lug lead **shall**[1] meet the dimensional requirements of Table 7-11 and Figure 7-11.

(1) Class 1-Defect Class 2-Defect Class 3-Defect

Table 7-11 Dimensional Criteria - Flat Lug Leads

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W) Note 1	25% (W) Note 1	Not permitted
Maximum Toe Overhang	B	Note 1	Not permitted	
Minimum End Joint Width	C	50% (W)	75% (W)	(W)
Minimum Side Joint Length	D	Note 3	(L)-(M), Note 4	
Maximum Fillet Height	E	Note 2		(G) + (T) + 1.0 mm [0.039 in]
Minimum Fillet Height	F	Note 3		(G) + (T)
Solder Fillet Thickness	G	Note 3		
Lead Length	L	Note 2		
Maximum Gap	M	Note 2		
Land Width	P	Note 2		
Lead Thickness	T	Note 2		
Lead Width	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Where the lug is intended to be soldered beneath the component body and the land is designed for the purpose, the lead shows evidence of wetting in the gap M.

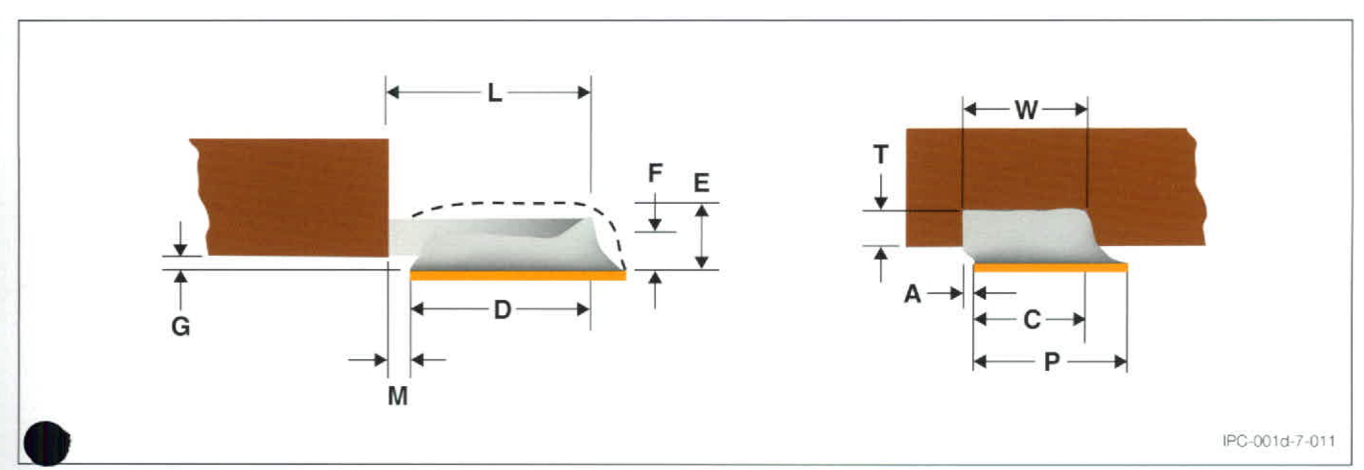


Figure 7-11 Flat Lug Leads

7.6.12 Tall Profile Components Having Bottom Only Terminations Connections formed to the termination areas of tall profile components (component height is more than twice the component width or thickness, whichever is less) having bottom only terminations **shall**[1] meet the dimensional requirements of Table 7-12 and Figure 7-12. If the height of the component exceeds the thickness of the component, it should not be used in products subject to vibration and/or shock unless an appropriate adhesive is used to reinforce the component mounting.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-12 Dimensional Criteria - Tall Profile Components Having Bottom Only Terminations

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W); Notes 1, 4	25% (W); Notes 1, 4	Not permitted; Notes 1, 4
Maximum End Overhang	B	Notes 1, 4	Not permitted	
Minimum End Joint Width	C	50% (W)	75% (W)	(W)
Minimum Side Joint Length	D	Note 3	50% (S)	75% (S)
Solder Fillet Thickness	G	Note 3		
Land Length	S	Note 2		
Termination Width	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. As a function of the component design, the termination may not extend to the component edge, and the component body may overhang the PCB land area. The component solderable termination area does not overhang PCB land area.

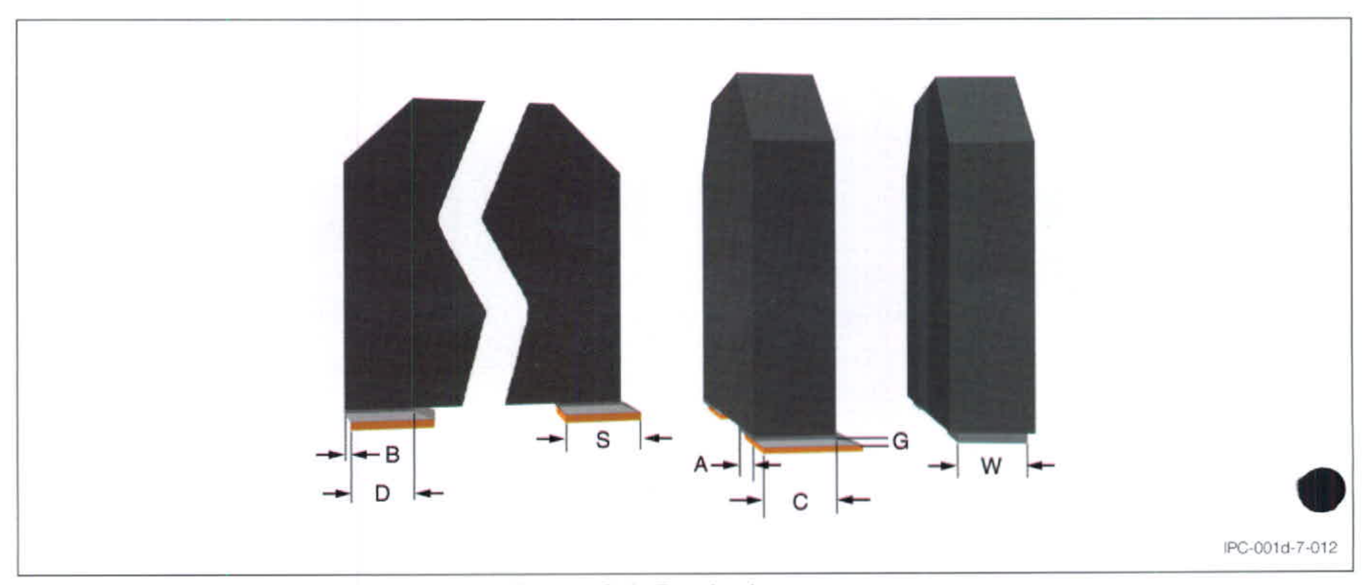


Figure 7-12 Tall Profile Components Having Bottom Only Terminations

7.6.13 Inward Formed L-Shaped Ribbon Leads Connections formed to components having Inward Formed L-shaped lead terminations **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-13 and Figure 7-13.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-13 Dimensional Criteria - Inward Formed L-Shaped Ribbon Leads[5]

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% (W) Notes 1, 5		25% (W) or 25% (P), whichever is less; Notes 1, 5
Maximum Toe Overhang	B	Note 1	Not Permitted	
Minimum End Joint Width	C	50% (W)		75% (W) or 75% (P), whichever is less
Minimum Side Joint Length	D	Note 3	50% (L)	75% (L)
Maximum Fillet Height	E	(H) + (G) Note 4	(H) + (G) Note 4	(H) + (G) Note 4
Minimum Fillet Height, Notes 5, 6	F	Wetting is evident on the vertical surface(s) of the component termination	(G) + 25% (H) or (G) + 0.5 mm [0.0197 in], whichever is less	
Solder Fillet Thickness	G	Note 3		
Lead Height	H	Note 2		
Minimum Land Extension	K	Note 2		
Lead Length	L	Note 2		
Land Width	P	Note 2		
Land Length	S	Note 2		
Lead Width	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Solder does not contact the component body on the inside of the lead bend.
Note 5. Where a lead has two prongs, the connection to each prong is to meet all the specified requirements.
Note 6. Designs with via in pad may preclude meeting these criteria. Solder acceptance criteria should be defined between the user and the manufacturer.

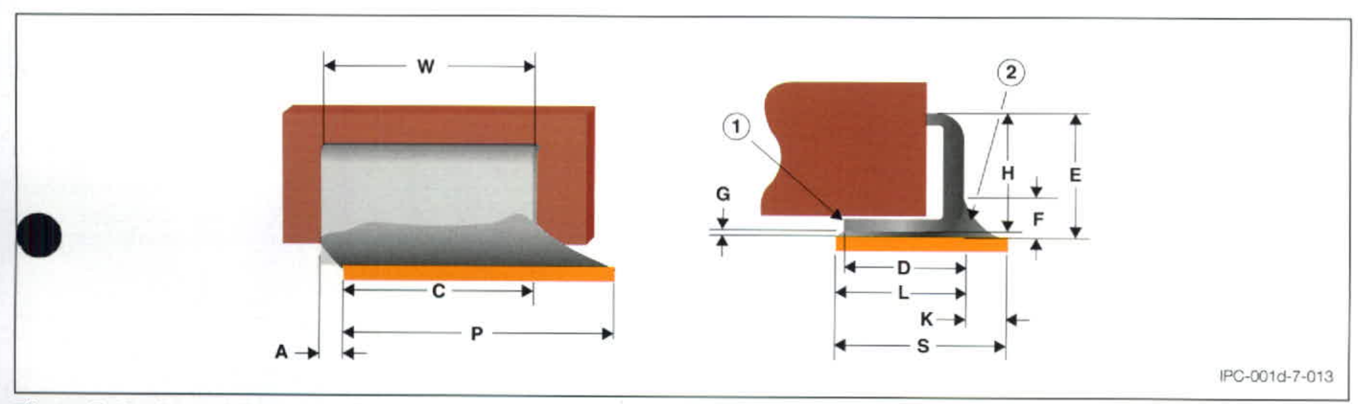


Figure 7-13 Inward Formed L-Shaped Ribbon Lead
1. Toe
2. Heel

7.6.14 Surface Mount Area Array Packages These criteria are intended to apply to devices with solder balls that collapse during reflow.

A BGA criterion defined herein assumes an inspection process is established to determine compliance for either X-Ray or normal visual inspection processes. To a limited extent, this may involve visual assessment, but more commonly requires evaluation of X-Ray images to allow assessment of characteristics that cannot be accomplished by normal visual means.

Visual inspection requirements:

- When visual inspection is the method used to verify product acceptance the magnification levels of Tables 11-1 and 11-2 apply.
- The solder terminations on the outside row (perimeter) of the BGA should be visually inspected whenever practical.
- The BGA needs to align in both X & Y directions with the corner markers on the PCB (if present).
- Absence of BGA solder ball(s) are defects unless specified by design.

Process development and control is essential for continued success of assembly methods and implementation of materials. Process validation and control can be used in lieu of X-ray/visual inspection provided objective evidence of compliance is available.

BGA process guidance is provided in IPC-7095, which contains recommendations developed from extensive discussion of BGA process development issues.

Note: X-ray equipment not intended for electronic assemblies or not properly set up can damage sensitive components.

Surface mount area array packages **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-14.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

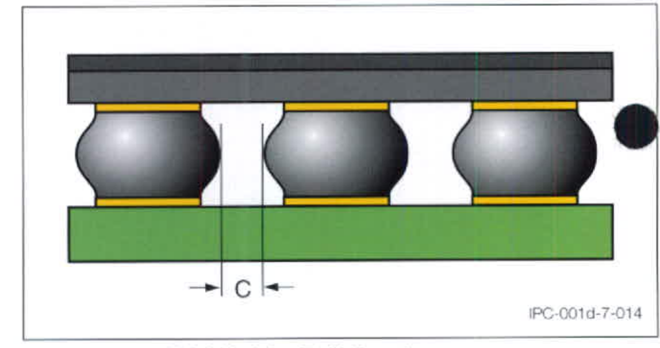


Figure 7-14 BGA Solder Ball Spacing

Table 7-14 Dimensional Criteria - Area Array/Ball Grid Array

Feature	Classes 1,2,3
Alignment	Solder ball offset does not violate minimum electrical clearance.
Solder Ball Spacing, Figure 7-14	Solder ball offset (c) does not violate minimum electrical clearance.
Soldered Connection	a. Solder connections meet the criteria of 4.14. b. BGA solder balls contact and wet to the land forming a continuous elliptical round or pillar connection.
Voids	25% or less voiding of the ball x-ray image area. Notes 1, 2.
Under-fill or staking material	Required underfill or staking material is present and completely cured.

Note 1. Design induced voids, e.g., microvia in land, are excluded from this criteria. In such cases acceptance criteria will need to be established between manufacturer and user.

Note 2. Manufacturers may use test or analysis to develop alternate acceptance criteria for voiding that consider the end-use environment.

7.6.15 Quad Flat Pack (No Leads) (QFNL) These criteria are also applicable to Small Outline Integrated Circuit (No Leads) [SOICNL].

Criteria for nonvisible part of thermal plane solder connections are not described in this document and will need to be established by agreement between the user and the manufacturer. The thermal transfer plane acceptance criteria are design and process related. Issues to consider include but are not limited to component manufacturer's application notes, solder coverage, voids, solder height, etc. When soldering these types of components voiding in the thermal plane is common. Solder, when required, **shall**[1] meet documented requirements.

Connections formed to components having no significant external lead form **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-15 and Figure 7-15.

There are some package configurations that have no toe exposed or do not have a continuous solderable surface on the exposed toe on the exterior of the package and a toe fillet will not form.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Table 7-15 Dimensional Criteria - PQFN

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% W, Note 1	25% W, Note 1	
Toe Overhang (outside edge of component termination)	B	Not Permitted		
Minimum End Joint Width	C	50% W	75% W	
Minimum Side Joint Length	D	Note 4		
Solder Fillet Thickness	G	Note 3		
Minimum Toe (End) Fillet Height	F	Notes 2, 5		
Termination Height	H	Note 5		
Solder coverage of thermal pad		Note 4		
Land Width	P	Note 2		
Termination Width	W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.
Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.
Note 3. Wetting is evident.
Note 4. Not a visually inspectable attribute.
Note 5. "H" = height of solderable surface of lead, if present. Some package configurations do not have a continuous solderable surface on the sides and do not require a toe (end) fillet.

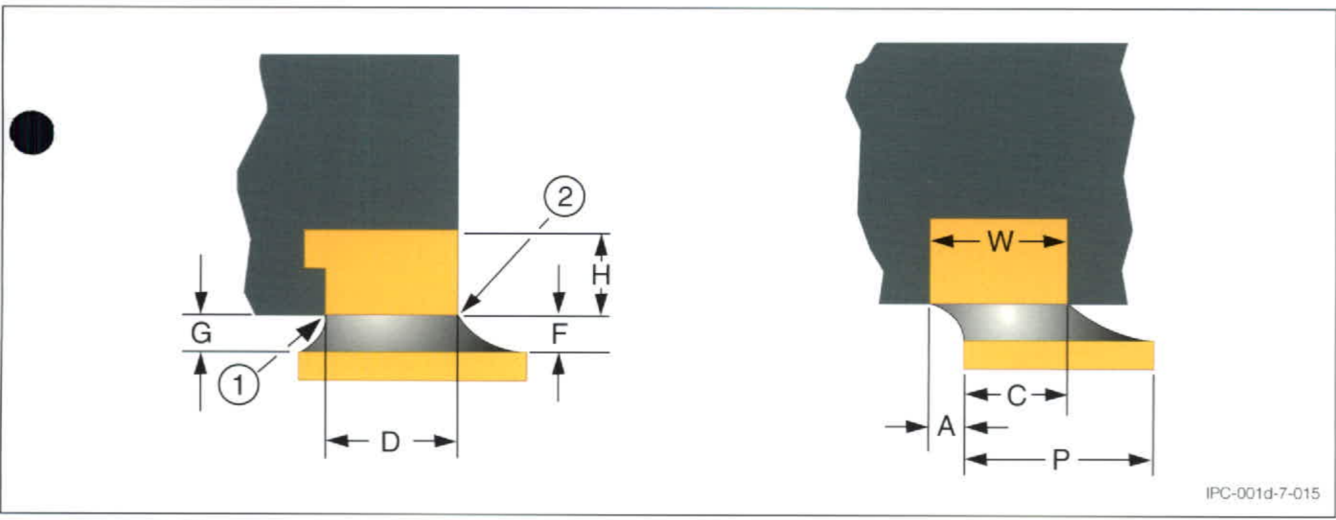


Figure 7-15 PQFN

7.6.16 Components with Bottom Thermal Plane Terminations Criteria for the nonvisible part of components such as D-Pak™ with nonvisible connections are not described in this document and will need to be established by agreement between the user and the manufacturer. The thermal transfer plane acceptance criteria are design and process related. Issues to consider include but are not limited to component manufacturer's application notes, solder coverage, voids, solder height, etc. Solder, when required, **shall**[1] meet documented requirements. When soldering these types of components voiding in the thermal plane is common.

Note: The criteria for leads other than the thermal plane termination are provided in 7.6.7.

Connections formed to components with bottom thermal plane terminations **shall**[1] meet the dimensional and solder fillet requirements of Table 7-16.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

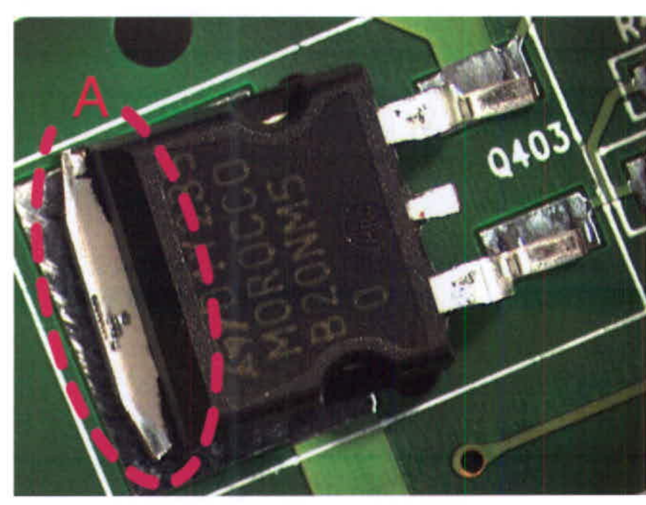


Figure 7-16 Component with Bottom Thermal Plane Termination

Table 7-16 Dimensional Criteria - Bottom Thermal Plane Terminations

Feature (all connections except thermal plane)	Dim.	
Maximum Side Overhang	A	See 7.6.7
Toe Overhang (outside edge of component termination)	B	
Minimum End Joint Width	C	
Minimum Side Joint Length	D	
Maximum Heel Fillet Height	E	
Minimum Heel Fillet Height	F	
Solder Fillet Thickness	G	
Feature (only for the thermal plane connection)		**Class 1,2,3**
Thermal Plane Side Overhang (Figure 7-16)		Not greater than 25% of termination width.
Thermal Plane End Overhang		No overhang.
Thermal Plane End Joint Width		100% wetting to land in the end-joint contact area.

8 CLEANING PROCESS REQUIREMENTS

An item that is required to be cleaned **shall**[1] be cleaned per a documented process to allow removal of all contaminants (especially flux residue). The items cleaned **shall**[2] be capable of meeting the cleanliness requirement as specified herein (see 8.3).

All items to be cleaned **shall**[2] be cleaned in a manner that will prevent thermal shock and/or detrimental intrusion of cleaning media into components that are not totally sealed.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

(2) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

8.1 Cleanliness Exemptions Terminations internal to self-sealing devices (e.g., heat shrinkable solder devices) are exempt from the cleaning requirements of this standard when the device encapsulates the solder connection.

8.2 Ultrasonic Cleaning Ultrasonic cleaning is permissible:

a. On bare boards or assemblies, provided only terminals or connectors without internal electronics are present.

b. On electronic assemblies with electrical components, provided the manufacturer has documentation available for review showing that the use of ultrasonics does not damage the mechanical or electrical performance of the product or components being cleaned, see IPC-TM-650 test methods 2.6.9.1 Test to Determine Sensitivity of Electronic Assemblies to Ultrasonic Energy and 2.6.9.2 Test to Determine Sensitivity of Electronic Components to Ultrasonic Energy.

8.3 Post-Solder Cleanliness Visual inspection is used to assess the presence of foreign particulate matter as required in 8.3.1, or flux and other ionic or organic residues as required in 8.3.2 (see 11.2.2).

8.3.1 Particulate Matter Assemblies **shall**[3] be free of dirt, lint, solder splash, webbing, dross, wire clippings, etc. Solder balls **shall**[3] neither be loose (i.e., be dislodged in the normal service environment of the product) nor violate minimum electrical clearance.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

8.3.2 Flux Residues and Other Ionic or Organic Contaminants Unless specified by the user, the manufacturer should specify a cleanliness designator that establishes the cleaning option and test for cleanliness in accordance with 8.3.3 and in compliance with 3, Materials, Components and Equipment Requirements. In the absence of a specified cleanliness designator, the designator C-22 as described in the following paragraphs and the visual requirements for cleanliness **shall**[4] apply.

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Note: This requirement may be eliminated when visible residue has been identified as benign through laboratory analysis or other means.

8.3.3 Post-Soldering Cleanliness Designator The cleanliness designator is to be in the following form: A 2-digit (minimum) code describes the cleanliness requirements for all assemblies covered under this standard. This code begins with the letter "C" then a dash followed by two or more digits. The first digit represents the cleaning option described in 8.3.4 and the second and following digits indicate the requirements for cleanliness testing described in 8.3.5.

8.3.4 Cleaning Option The first digit of the cleanliness designator defines the cleaning option. The digits in Table 8-1 are used to define the surfaces of the assembly that are to be cleaned.

Table 8-1 Designation of Surfaces to be Cleaned

0	No surfaces to be cleaned
1	One side (solder source side) of assembly to be cleaned
2	Both sides of assembly to be cleaned

8.3.5 Test for Cleanliness The second and following digits of the cleanliness designator define the requirements for cleanliness testing. The digits in Table 8-2 apply.

Table 8-2 Cleanliness Testing Designators

0	No test for cleanliness required
1	Test for rosin residues required (8.3.6.1)
2	Test for ionic residues required (8.3.6.2 and/or 8.3.6.3)
3	Test for surface insulation resistance (8.3.6.4)
4	Test for other surface organic contaminants (8.3.6.5)
5	Other tests as defined by user/manufacturer agreement

8.3.6 Testing If required, periodic testing of cleanliness of the printed circuit assemblies after final cleaning (e.g., the cleaning prior to conformal coating, encapsulation, or incorporation into the next higher assembly) **shall**[5] be conducted on a random sample basis (see 11.2.3) to ensure the adequacy of the cleaning process(es). If any printed circuit assembly fails, the entire lot **shall**[5] be evaluated and recleaned if necessary and a random sample of this lot and each lot cleaned since performing the last acceptable cleanliness test **shall**[5] be tested.

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

(6) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

The frequency of testing **shall**[6] be a minimum of once each production shift unless the process control system data supports a change in frequency.

8.3.6.1 Rosin Flux Residues When rosin flux residue testing is required, assemblies **shall**[1] be tested in accordance with IPC-TM-650, Test Method 2.3.27 and **shall**[1] comply with the following requirements for the maximum allowable level of flux residues:

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Class 1 assemblies less than 200 micrograms/cm^2
Class 2 assemblies less than 100 micrograms/cm^2
Class 3 assemblies less than 40 micrograms/cm^2

8.3.6.2 Ionic Residues (Instrument Method) When ionic residue (instrument method) testing is required, assemblies **shall**[2] be tested in accordance with IPC-TM-650, Method 2.3.25C, Detection and Measurement of Ionizable Surface Contaminants. Dynamic Extraction Methods should be performed in compliance with Test Method 2.3.25, item 5. Static Extraction Methods should be performed in compliance with Test Method 2.3.25, item 6.

Other methods may be used when the sensitivity of the alternative method is shown to be equal to or better than the above methods with respect to detecting ionizable surface contamination. In comparing the sensitivity between methods, the solvent used to extract the residue, the method used to present the solvent to the assembly, and the method of detecting the residue should all be considered.

For assemblies soldered with ROL0 or ROL1 fluxes, and tested by Static Extraction Method, contamination **shall**[2] be less than 1.56 micrograms/cm^2 sodium chloride (NaCl) equivalent ionic or ionizable flux residue. When another test method or flux is used (see 3.3), contamination **shall not**[2] exceed a limit to be established by the manufacturer or by the user. When established by the manufacturer, the limit **shall**[2] be supported by historical data (indicating that the cleaning and testing processes are proven, well established, and in control), or by process qualification test data (see 3.1) that are available for review.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

8.3.6.3 Ionic Residues (Manual Method) When ionic residue (manual method) testing is required, assemblies **shall**[3] be tested in accordance with IPC-TM-650, Test Method 2.3.25, Detection and Measurement of Ionizable Surface Contaminants.

For assemblies soldered with ROL0 or ROL1 fluxes, surface contamination **shall**[3] be less than 1.56 micrograms/cm^2 NaCl equivalent ionic or ionizable flux residue. When another flux is used (see 3.3), contamination **shall not**[3] exceed a limit to be established by the manufacturer or by the user. When established by the manufacturer, the limit **shall**[3] be supported by historical data (indicating that the cleaning process is proven, well established, and in control), or by process qualification test data (see 3.1) that are available for review.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

8.3.6.4 Surface Insulation Resistance (SIR) When surface insulation resistance testing (SIR) is required, it **shall**[4] be performed using a documented method that includes pass/fail criteria and is available for review.

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

8.3.6.5 Other Contamination When surface organic contamination testing is required, assemblies tested in accordance with IPC-TM-650, Test Method 2.3.39, Surface Organic Contamination Identification Test (Infrared Analytical Method) **shall not**[5] exceed the maximum acceptance level established by mutual agreement between user and manufacturer.

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9 PCB REQUIREMENTS

This section applies to PCB defects regardless of when they occur.

9.1 Printed Circuit Board Damage

9.1.1 Blistering/Delamination Blistering or delamination(s) **shall not**[6] exceed 25% of the distance between plated-through holes or internal conductors or reduce the space between conductive patterns below the minimum electrical clearance.

(6) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Note: Blisters or delamination areas may propagate during assembly or operation. Separate criteria may need to be established. Measling is NOT the same as blistering and/or delamination. See IPC-T-50 and IPC-A-610 for clarification.

9.1.2 Weave Exposure Weave exposure **shall not**[7] reduce the clearance between noncommon conductive patterns to less than the minimum electrical clearance.

(7) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.1.3 Haloing Penetration of haloing or edge delamination **shall not**[8] affect the physical spacing from the edge to the closest conductive pattern by more than 50% or more than 2.5 mm [0.0984 in], whichever is less.

(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.1.4 Land Separation The outer, lower edge of land areas **shall not**[9] be lifted or separated more than the thickness (height) of the land.

(9) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.1.5 Land/Conductor Reduction in Size The minimum width of printed conductors or width/length of lands **shall not**[1] be reduced by more than 20% for Class 2 and 3 and 30% for Class 1 (see IPC-A-600, IPC-6011 and IPC-6012).

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.1.6 Flexible Circuitry Delamination Separation or bubbles **shall not**[2] bridge conductors in the cover layer of flexible printed circuit boards or assemblies.

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.1.7 Flexible Circuitry Damage There **shall not**[3] be evidence of blistering, charring, or melting of the insulation on flexible printed circuit boards or assemblies.

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Note: Mechanically created indentations caused by contact between the coverlayer of flexible printed circuit boards or assemblies and molten solder are not rejectable. Additionally, care should be taken to avoid bending or flexing conductors during inspection.

9.1.8 Burns Burns **shall not**[4] physically damage the surface of the assembly.

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.1.9 Solder on Gold Contacts Solder **shall not**[5] be in the contact area of gold edge connector contact lands (i.e., "gold fingers").

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.1.10 Measles Measled areas in laminate substrates **shall not**[6] exceed 50% of the physical spacing between internal conductors.

(6) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

Note: Visual aids can be found in IPC-A-610 and IPC-HDBK-001.

9.2 Marking Assembly identification such as part numbers and serial numbers **shall**[7] remain legible (capable of being read and understood) after all tests, cleaning and other processes to which the item is subjected. Additional markings (such as labels added during the manufacturing process) should not obscure the original supplier's markings. Individual component markings, reference designators and polarity indicators should remain legible and components should be mounted in such a manner that markings are visible.

(7) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

9.3 Bow and Twist (Warpage) Bow and twist after soldering should not exceed 1.5% for through-hole, or 0.75% for surface mount printed board applications (see IPC-TM-650, 2.4.22). Bow and twist **shall not**[8] cause damage during post solder assembly operations or use.

(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10 COATING AND ENCAPSULATION

When coating or encapsulation materials are applied to glass body components, the components **shall**[9] be sleeved to prevent cracking, unless the material has been selected so as not to damage the components/assembly in its service environment.

(9) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10.1 Conformal Coating

Conformal coating material **shall**[10] conform to the material specification (IPC-CC-830 or equivalent). The coating manufacturers supplier's instructions or other documented process **shall**[10] be followed.

When curing conditions (temperature, time, Infra Red (I.R.) intensity, etc.) vary from supplier recommended instructions, they **shall**[10] be documented and available for review.

The material **shall**[10] be used within the time period specified (both shelf life and pot life) or used within the time period indicated by a documented system the manufacturer (assembler) has established to mark and control age-dated material.

(10) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10.1.1 Application Coating **shall**[11] be applied in a continuous manner to all areas designated for coverage on the assembly drawing/documentation.

The coating fillets should be kept to a minimum. When used, masking materials **shall**[11] have no deleterious effect and **shall**[11] be removable without leaving contaminant residue.

Dimensions of masked areas **shall not**[11] be decreased in length, width, or diameter by more than 0.75 mm [0.0295 in] by application of conformal coating.

(11) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10.1.1.1 Components Required to be Uncoated The adjustable portion of adjustable components, as well as electrical and mechanical mating surfaces such as connector contacts, probe points, screw threads, bearing surfaces (e.g., card guides) **shall**[12] be left uncoated as specified on the assembly drawing(s)/documentation.

(12) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10.1.1.2 Conformal Coating on Connectors Mating connector surfaces of printed circuit assemblies **shall not**[13] be coated with conformal coating.

(13) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

The conformal coating specified on the assembly drawing(s)/ documentation should, however, provide a seal around the perimeter of all connector/board interface areas.

10.1.1.3 Conformal Coating on Brackets The mating (contact) surface of brackets or other mounting devices **shall not**[1] be coated with conformal coating unless specifically required by the assembly drawing(s)/documentation.

(1) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10.1.2 Performance Requirements

10.1.2.1 Thickness The thickness of the conformal coating **shall**[2] be as shown in Table 10-1 for the type specified (see IPC-2221):

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

Note: Table 10-1 of this standard is to be used for printed circuit assemblies. The coating thickness requirements in IPC-CC-830 Table 4-2 are to be used only for test vehicles associated with coating material testing and qualification.

Table 10-1 Coating Thickness

Type AR	Acrylic Resin	0.03-0.13 mm [0.00118 to 0.00512 in]
Type ER	Epoxy Resin	0.03-0.13 mm [0.00118 to 0.00512 in]
Type UR	Urethane Resin	0.03-0.13 mm [0.00118 to 0.00512 in]
Type SR	Silicone Resin	0.05-0.21 mm [0.00197 to 0.00827 in]
Type XY	Paraxylylene Resin	0.01-0.05 mm [0.000394 to 0.00197 in]

The thickness is measured on a flat, unencumbered, cured surface of the printed circuit assembly or a coupon that has been processed with the assembly. Coupons may be of the same type of material as the printed board or may be of a nonporous material such as metal or glass. As an alternative, wet film or viscosity measurement may be used to establish the coating thickness provided there is documentation that correlates dry film thickness to the alternate measurement technique.

10.1.2.2 Coating Coverage Conformal coating **shall**[3]:

(3) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

- Be completely cured and homogeneous.
- Cover only those areas specified on the assembly drawing(s)/documentation.
- Be free of blisters, or breaks that could affect the operations of the assembly or sealing properties of the conformal coating.
- Be free of cracks, crazing, voids, bubbles, mealing, peeling, wrinkles or foreign material which expose component conductors, printed circuit conductors, (including ground planes) or other conductors and/or violates design electrical clearance.

10.1.3 Conformal Coating Inspection Visual inspection of conformal coating may be performed without magnification. Inspection for conformal coating coverage may be performed under an ultraviolet (UV) light source when using conformal coating material containing a UV tracer. Magnification up to 4X may be used for referee purposes.

10.2 Encapsulation The material specification and supplier's instructions, as applicable, **shall**[4] be followed. The material **shall**[4] be used within the time period specified (both shelf life and pot life) or used within the time period indicated by a documented system the manufacturer has established to mark and control age-dated material.

(4) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect



10.2.1 Application Encapsulant material **shall**[5] be applied in a continuous manner to all areas designated for coverage on the assembly drawing/ documentation. When used, masking material **shall**[5] have no deleterious effect on the printed boards and **shall**[5] be removable without contaminant residue.

(5) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10.2.1.1 Encapsulant Free Surfaces All portions of the assembly not designated to receive encapsulant material **shall**[6] be free of any encapsulant material.

(6) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

10.2.2 Performance Requirements The applied encapsulant **shall**[7] be completely cured, homogeneous, and cover only those areas specified on the assembly drawing(s)/documentation. The encapsulant **shall**[8] be free of bubbles, blisters, or breaks that affect the printed circuit assembly operation or sealing properties of the encapsulant material. There **shall**[9] be no visible cracks, crazing, mealing, peeling, and/or wrinkles in the encapsulant material.

(7) Class 1-Not [illegible]
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(8) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect
(9) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

10.2.3 Rework of Encapsulant Material Procedures which describe the removal and replacement of encapsulant material **shall**[10] be documented and available for review.

(10) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

10.2.4 Encapsulant Inspection Visual inspection of encapsulation **shall**[11] be performed per 11.2.

(11) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

11 PRODUCT ASSURANCE

11.1 Hardware Defects Requiring Disposition Hardware defects that require disposition are annotated throughout the standard and are summarized in Appendix A. A defect **shall not**[1] be reworked before it is documented per 12.1. Touch-up processes that include reheating are examples of rework operations.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

11.2 Inspection Methodology

11.2.1 Process Verification Inspection Process verification inspection **shall**[2] consist of the following:

(2) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

a. Surveillance of the operation to determine that practices, methods, procedures and a written inspection plan are being properly applied.
b. Inspection to measure the quality of the product.

11.2.2 Visual Inspection The assembly **shall**[3] be evaluated in accordance with the established process control plan (see 11.3) or by 100% visual inspection (see 1.11).

(3) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

11.2.2.1 Magnification Aids Magnification power for visual inspection **shall**[4] be at least the minimum inspection power specified in Tables 11-1 and 11-2. Other magnification powers within the inspection range may be used. The magnification power requirement is based on the size of the device being inspected. For assemblies with mixed land widths, the greater magnification may be used for the entire assembly. If the presence of a defect cannot be determined at the inspection power, the item is acceptable. The referee magnification power is intended for use only after a defect has been determined but is not completely identifiable at the inspection power.

(4) Class 1-Accept
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

The tolerance for magnification aids is ± 15% of the selected magnification power. Magnification aids should be maintained and calibrated as appropriate (see IPC-OI-645). Supplemental lighting may be necessary to assist in visual assessment.

11.2.2.2 Lighting Supplemental lighting may be necessary to assist in visual inspection. Light sources should be selected to prevent shadows on the item being inspected except those caused by the item being inspected.

11.2.3 Sampling Inspection Use of sample-based inspection **shall**[5] be done only as part of a documented process control system per 11.3.

(5) Class 1-Not Est
Class 2-Proc Ind
Class 3-Defect

Table 11-1 Magnification Aid Applications for Solder Connections

Land Widths or Land Diameters[1]	Magnification Power	
	Inspection Range	Maximum Referee
> 1.0 mm [0.0394 in]	1.5X to 3X	4X
>0.5 to ≤1.0 mm [0.0197 to 0.0394 in]	3X to 7.5X	10X
≥0.25 to ≤0.5 mm [0.00984 to 0.0197 in]	7.5X to 10X	20X
<0.25 mm [0.00984 in]	20X	40X

Note 1. A portion of a conductive pattern used for the connection and/or attachment of components.

Table 11-2 Magnification Aid Applications - Other

Cleanliness (cleaning processes per 8.3.4)	Magnification not required, see Note 1
Cleanliness (no-clean processes per 8.3.4)	Note 1
Conformal Coating/ Encapsulation (10.1.4 and 10.2.4)	Notes 1,2
Other (Component and wire damage, etc.)	Note 1

Note 1. Visual inspection may require the use of magnification, e.g. when fine pitch or high density assemblies are present, magnification may be needed to determine if contamination affects form, fit or function.
Note 2. If magnification is used it is limited to 4X maximum.

11.3 Process Control Requirements The primary goal of process control is to continually reduce variation in the processes, products, or services to provide products or processes meeting or exceeding customer requirements. Process control tools such as IPC-9191, EIA-557-1 or other user-approved system may be used as guidelines for implementing process control.

Manufacturers of Class 3 products **shall**[6] develop and implement a documented process control system.

A documented process control system, if established, **shall**[7] define process control and corrective action limits. This may or may not be a "statistical process control" system. The use of "statistical process control" (SPC) is optional and should be based on factors such as design stability, lot size, production quantities, and the needs of the manufacturer (see 11.4).

Process control methodologies **shall**[7] be used in the planning, implementation and evaluation of the manufacturing processes used to produce soldered electrical and electronic assemblies. The philosophy, implementation strategies, tools and techniques may be applied in different sequences depending on the specific company, operation, or variable under consideration to relate process control and capability to end product requirements.

(6) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect
(7) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

When a decision or requirement is to use a documented process control system, failure to implement process corrective action and/or the use of continually ineffective corrective actions **shall**[1] be grounds for disapproval of the process and associated documentation.

(1) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

11.3.1 Opportunities Determination Unless otherwise specified in the process control plan, the total number of interconnection sites is used as the measure to which the percentage of defects or process indicators is applied. These calculations consider each surface mount termination, each through-hole termination, and each terminal termination as a single opportunity in determining the total number of opportunities for a given printed board assembly. For corrective action calculations, no more than one defect characteristic or process indicator can be attributed to a particular interconnection site (e.g., via, lead-in-hole, lead-to-land). For more information (see IPC-9261).

11.4 Statistical Process Control The use of "statistical process control" is encouraged but not mandatory (see 11.3).

When a statistical process control system process is used, it **shall**[2] include the following elements as a minimum:

(2) Class 1-Defect
Class 2-Defect
Class 3-Defect

a. Training is provided to personnel with assigned responsibilities in the development, implementation, and utilization of process control and statistical methods that are commensurate with their responsibilities.

b. Quantitative methodologies and evidence is maintained to demonstrate that the process is capable and in control. Improvement strategies define initial process control limits and methodologies leading to a reduction in the occurrence of process indicators in order to achieve continuous process improvement.

c. Criteria for switching to sample based inspection is defined. When processes exceed control limits, or demonstrate an adverse trend or run, the criteria for reversion to higher levels of inspection (up to 100%) is also defined.

d. When defect(s) are identified in the lot sample, and the number exceeds the limit allowed by the sampling plan, the entire lot is 100% inspected for the occurrence(s) of the defect(s).

e. A system is in place to initiate corrective action for the occurrence of process indicators, out-of-control process(es), and/or discrepant assemblies.

f. A documented audit plan is defined to monitor process characteristics and/or output at a prescribed frequency.

g. Objective evidence of process control may be in the form of control charts or other tools and techniques of statistical process control derived from application of process parameter and/or product parameter data (see IPC-HDBK-001).

12 REWORK AND REPAIR

12.1 Rework of Unsatisfactory Solder Connections Rework for Classes 1 or 2 should be documented. The following requirements **shall**[3] be followed for Class 3:

(3) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

- A hardware defect is documented before rework.
- When rework is performed, each reworked and/or reflowed connection is inspected to the requirements of 4.14.

12.2 Repair A hardware defect **shall not**[4] be repaired until the discrepancy has been documented. The repair method **shall**[4] be determined by agreement between the manufacturer and the user.

(4) Class 1-Not Est
Class 2-Defect
Class 3-Defect

12.3 Post Rework/Repair Cleaning After rework or repair assemblies **shall**[5] be cleaned as necessary by a process meeting the requirements of 8.3.

(5) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

12.4 Rework of Conformal Coating/Encapsulant Procedures which describe the rework of conformal coating/encapsulant **shall**[6] be documented and available for review.

(6) Class 1-Not Est
Class 2-Not Est
Class 3-Defect

Appendix A
Summary of Criteria Requiring Disposition to Nonconforming Conditions

"A" = Acceptable "P" = Process Indicator "D" = Defect, "N" = No Requirement Established	Reference	Class 1	Class 2	Class 3
Nonconforming materials or processes.	1.5.1 3.9.2 7.1.6 1.5.2 3.9.4 8.3.2 1.9 3.11 8.3.6 1.11 4.1 8.3.6.1 1.12 4.2 8.3.6.2 1.13.2.1 4.3 8.3.6.3 3.1 4.9 8.3.6.4 3.2 4.9.1 8.3.6.5 3.3 4.9.4 9.3 3.3.1 4.10 10.1 3.4 4.11.2 10.1.1 3.5 5.1 10.2 3.6 5.1.1 10.2.1 3.7 5.3.3 11.4 3.8 6.1 3.9 7.1 3.91 7.1.3	D	D	D
	1.10 4.11.2 8 1.13 4.12 9.2 3.2.2 5.1.1 10.2.2 3.9.7 5.3.4 11.2.2 4.2.2 5.3.5 11.3 4.9.2 6.1.4 12.2 4.11.1 6.3.1	N	D	D
	1.13 7.1.4 11.2.1 3.1 7.3 11.3 3.3 7.4 12.1 4.2.4 7.5 12.3 4.11.2.1 8 12.4 4.12 10.2.3 6.1.4 11.1	N	N	D
Terminals modified to accept oversize conductors.	5.2	N	D	D
Gold not removed as required.	3.9.3	N	P	D
Components, leads and wires.	3.9.5 6.1.1 7.1.1 3.9.6 6.1.2 7.1.3	D	D	D
	6.1.1 7.1.3	A	P	D
Insulation and wire damage.	1.13.2.3 5.1 5.4.1.6	D	D	D
	5.1	A	D	D
Mounted parts and components.	4.4	A	P	D
Adhesives.	4.6	D	D	D
	4.6	A	P	D
Terminal has damage.	5.3.1 5.3.2	D	D	D
Violation of minimum electrical clearance.	1.8.4	D	D	D
Insulation in solder.	5.4.1	A	D	D
Service loops that do not conform to the requirements.	5.4.1.2	N	P	D
No stress relief.	5.4.1.3 5.4.1.5	D	D	D
	5.4.1.3	A	P	D
Sleeving fits incorrectly.	5.4.1.6	A	D	D
Orientation, dress, fill or termination of wire/lead does not conform to requirements.	5.4.5	A	D	D
	5.4.6	N	P	D
	5.4.1.1 5.4.2.2 5.4.3 5.4.1.4 5.4.2.3 5.4.4 5.4.1.5 5.4.2.4 5.4.6 5.4.2.1	A	P	D

"A" = Acceptable "P" = Process Indicator "D" = Defect, "N" = No Requirement Established	Reference			Class 1	Class 2	Class 3
Lead clinches.			6.1.3	D	D	D
			6.1.3	N	D	D
Lead protrusion.			6.1.3	D	D	D
Failure to comply with the cleanliness requirements.		4.8	8.3.1	D	D	D
Violation of the assembly drawing requirements.			1.11	D	D	D
Damage to printed wiring assembly in excess of that allowed.	9.1 9.2 9.3	9.4 9.5 9.6	9.7 9.8 9.9	D	D	D
			9.1.10	N	P	D
Solder connections that do not conform to the requirements.		4.14	4.14.3	D	D	D
Terminal connections.	4.14 4.14.3 5.3.6	5.4.1.1 5.4.3 5.5	5.5.1 5.5.2	D	D	D
			5.5.2	N	P	D
Through-hole connections.	4.13 4.14 4.14.3	6.1.3 6.1.6 6.2.1	6.3.2	D	D	D
Surface mount connections.	4.14 4.14.3 7.6 7.6.3 7.6.4 7.6.5	7.6.6 7.6.7 7.6.8 7.6.9 7.6.10 7.6.11	7.6.12 7.6.13 7.6.14 7.6.15 7.6.16	D	D	D
Conformal coating and encapsulation.	10.1.1.1 10.1.1.2 10.1.1.3	10.1.2.1 10.1.2.2 10.2.1.1	10.2.2	D	D	D
			10.2.2	N	P	D
Wires used at a potential of 6kV or greater do not meet requirements.			1.13.2.3	D	D	D
Inspection methods.			11.2.3	N	P	D
			11.2.2.1	A	P	D

Appendix B
Guidelines for Soldering Tools and Equipment

The following guidelines for tools and equipment selection and use have been found through industry practice to be effective in meeting the requirements of this standard (see 1.7.3).

B-1 ABRASIVES

Knives, emery cloth, sandpaper, sandblasting, braid, steel wool, and other abrasives are not to be used on surfaces to be soldered.

B-2 BENCHTOP AND HAND SOLDERING SYSTEMS

Selection criteria of benchtop and hand soldering systems include:

a. Soldering systems are selected for their capacity to heat the connection area rapidly and maintain sufficient soldering temperature range at the connection throughout the soldering operation.

b. Temperature controlled soldering equipment (at rest) should be controlled within ± 5°C [± 9°F] of the idle tip temperature. Constant output (steady output) tools in compliance with B-2a, d, e, & f may also be used.

c. Operator selected or rated temperatures of soldering systems at idle/standby should be within ± 15°C [± 27°F] of actual measured tip temperature.

d. Resistance between the tip of soldering systems and the workstation common point ground should not exceed 5 ohms. Heated element and tips are measured when at their normal operating temperature.

   Note: Current limiting soldering equipment manufactured to EN 00015-1:1992 may not meet this requirement.

e. AC and DC current leakage from heated tip to ground should not create deleterious effects on equipment/components.

f. Tip transient voltages generated by the soldering equipment should not exceed 2V peak ($Z_{in} \geq \Omega$).

   Note: Current limiting soldering equipment manufactured to EN 00015-1:1992 may not meet this requirement.

The appropriate guidelines of this section also apply to nonconventional benchtop soldering equipment; including equipment which utilizes conductive, convective, parallel gap resistance, shorted bar resistance, hot gas, infrared, laser powered devices, or thermal transfer soldering techniques. Tools used are to be maintained such that no detrimental damage results from their use. Tools and equipment are to be clean prior to use and should be kept clean and free of dirt, grease, flux, oil and other foreign matter during use. The heat source is not to cause damage to the printed board or components.

B-3 HEATED SOLDERING TOOL HOLDERS

Soldering tool holders are to be of a type appropriate for the soldering tool used. The holder should leave the soldering tool heating element and tip unsupported without applying excessive physical stress or heat sinking and is to protect personnel from burns.

B-4 WIPING PADS

Sponges and pads for wipe cleaning of soldering iron tips and reflow soldering tool surfaces are to be manufactured from materials which are not detrimental to solderability or which could contaminate soldering tool surfaces. The operator is to keep sponges and pads free of contaminants that are detrimental to solderability or that would contaminate the soldering tool surfaces.

B-5 SOLDERING GUNS

Soldering guns with the transformer incorporated into the hand piece are not to be used.

B-6 SOLDER POTS

Solder pots should maintain the solder temperature within ± 5°C [± 9°F] of the selected temperature. Solder pots are to be grounded.

B-7 USE AND CONTROL

All equipment is to be operated in accordance with manufacturers' recommendations and calibrated where necessary to maintain manufacturers' specifications. Equipment grounding, protection and temperature control testing should be performed when qualifying equipment for purchase and/or inspection of new or repaired equipment.

B-8 MACHINE SOLDERING SYSTEMS

The design of automated machine soldering systems should provide:

a. The capability to preheat printed wiring assemblies.

b. The capacity to maintain the soldering temperature at the assembly surface within ± 5°C [± 9°F] of the selected temperature throughout the span of any continuous soldering run.

c. The capability to rapidly heat the surfaces to be joined and the capacity to reattain the present temperature within ± 5°C [± 9°F] during repetitive soldering operations.

The heat source is not to cause damage to the printed board or components, or contaminate the solder when direct contact is made between the heat source and metals to be joined.

Soldering equipment should be utilized in accordance with a documented process that is available for user review.

B-8.1 Carriers Devices used for the transport of printed boards through preheat, soldering, and cooling stages should be of such material, design, and configuration that they will not cause board, part or component degradation or ESD damage to components.

B-9 MACHINE MAINTENANCE

Machines related to the soldering process are to be maintained to assure capability and efficiency commensurate with design parameters established by the original equipment manufacturer. Maintenance procedures and schedules should be documented in order to provide reproducible processing.

Appendix C
Material and Process Compatibility Testing

C-1 SCOPE/INTRODUCTION

C-1.1 Scope This appendix sets forth a standardized testing protocol to be used when:

- Implementing flux materials other than those noted in 3.3.
- Validating the acceptability of a major change in a proven process prior to its implementation in an electronics manufacturing process.

The testing protocol covers printed wiring assemblies using surface mount technology (SMT), plated-through hole (PTH) or mixed technology (both SMT and PTH).

C-1.2 Intent The intent of the testing, outlined in this protocol, is to show that a proposed manufacturing process change can produce hardware with acceptable end-item performance.

These process changes can involve a change in one of the process steps. They can also pertain to a change in bare board supplier, solder resist or metallization. Test vehicle construction will vary depending upon which of these changes is being evaluated.

Note: This testing is a "site specific" qualification process to be done at the manufacturer's location using production processes and equipment whenever possible.

C-2 TEST APPROACH

C-2.1 Surface Insulation and Visual Inspection

C-2.1.1 Surface Insulation Resistance (SIR) SIR testing is an evaluation of the effects of the material/process on electrical performance.

C-2.1.2 Visual Inspection Visual inspection of samples after SIR notes presence of corrosion, dendritic formation or mealing of conformal coating.

C-2.2 Extractive Tests - OPTIONAL Recommended test techniques that can be used to characterize residues for process control purposes are as follows:

C-2.2.1 Resistivity of Solvent Extract (ROSE) ROSE testing in accordance with IPC-TM-650, Method 2.3.25, Detection and Measurement of Ionizable Surface Contaminants, can be used to establish a baseline for ionic contamination after the complete assembly process, which may or may not include cleaning depending upon what flux is used.

C-2.2.2 Ion Chromatography (IC) IC testing in accordance with IPC-TM-650, Method 2.3.28, is especially helpful for identification/quantification of ionic species during initial process characterization or during failure analysis of test assemblies.

C-3 TEST ASSEMBLY

The test vehicle should represent the substrate materials, assembly materials and fabrication processes used in the production. The test vehicle circuitry must provide for SIR testing similar to the IPC-B-36 circuitry. Components of the type to be soldered in production representative of the "'hardest-to-clean" configurations (in terms of "shadowing" of the solder connections by component bodies and component-to-substrate spacing) need to be included on the PWA.

Test patterns used for SIR testing must be free of permanent solder resist.

Boards used in these test assemblies must meet the requirements of IPC-6011 and IPC-6012 appropriate product class.

Note: Contact IPC for information on commercially available SIR test vehicles.

C-4 TEST ASSEMBLY PREPARATION

C-4.1 Precleaning No cleaning prior to assembly is to be done on the PCBs used in these tests that is not done as part of the standard assembly process.

C-4.2 Processing of Test Assemblies The manufacturing process used in this protocol is assumed to be as close as possible to the process intended for production hardware. In cases where the assembly process involves multiple solder operations (e.g., surface mount reflow, wave solder, rework, hand solder, or conformal coating if used), all these processes must be done on the test assembly. This would be necessary even in cases where only one of the soldering processes is being changed, since residues from one process can interact with residues from a prior or following process. It is the total of all these processes that will be shipped and thus it is their total that must be tested and qualified.

C-5 SIR TESTING

See IPC-9201 for a discussion of the proper methodology and equipment to be used for repeatable and accurate SIR testing.

C-5.1 Sample Size A minimum of 10 vehicles need to be tested for each material/process combination. This sample size was calculated by setting a "consumers risk" at 10 (confidence of 90). A complete explanation of how this sample size was determined can be found in IPC-TR-467. It is recommended that additional unprocessed vehicles be tested as controls.

C-5.2 SIR Test Conditions

C-5.2.1 Noncondensing Service Environment Test vehicles need to be tested in accordance with IPC-TM-650, Method 2.6.3.3.

C-5.2.2 Condensing Service Environment All test vehicles need to be exposed to the conditions noted in IPC-TM-650, Method 2.6.3, Class 3. Measurements need to be taken at the upper temperature and humidity level of every third cycle (starting with the third cycle).

Note: This is a condensing environment. Test assemblies exposed to this environment need to be conformally coated using the same coating material/application processes used in "delivered" hardware.

C-6 ACCEPTANCE CRITERIA

C-6.1 Convert the minimum SIR value from each test vehicle to log10 The average of these log values less 3 standard deviations (of log values) needs to be at least 8.0 (1E8 Ohm).

Note: The minimum values used should be from one specific test pattern design. If multiple test pattern designs are used on a test vehicle, each set of data must meet the requirements.

C-6.2 Visual Requirements All biased sites need to have the components removed without application of chemicals or heat, preferably by cutting of leads. All areas need to be inspected at 10X - 30X for corrosion and dendritic formation. Backlighting should be used to inspect for dendritic formation.

There is to be no evidence of corrosion. Dendritic formation cannot bridge more than 20% of the distance between conductors. Conformally coated PCAs need to exhibit evidence of reversion, cracking or mealing.

C-7 REPORTING

The test report needs to include the following information:

- Substrate information: laminate type, solder resist, final finish (SMOBC/HASL, reflow, OSP, etc.), and final cleaning.
- Assembly information: manufacturing process, equipment, and materials.
- Conformal coating if used.
- Test vehicle description (e.g., P/N, type of assembly, components used).
- SIR test environment and results.
- Results of post SIR test visual inspection.

Appendix D
Minimum Electrical Clearance - Electrical Conductor Spacing

NOTE: Appendix D is quoted from IPC-2221 Generic Standard on Printed Board Design (February 1998) and is provided for information only. It is current as of publication date of this document. The user has the responsibility to determine the most current revision level of IPC-2221 and specify the specific application to their product. Paragraph and table numbers are from IPC-2221.

The following statement from IPC-2221 applies to this Appendix ONLY: **1.4 Interpretation – "Shall,"** the imperative form of the verb, is used throughout this standard [IPC-A-610C Appendix A] whenever a requirement is intended to express a provision that is mandatory.

IPC-2221 – **6.3 Electrical Clearance** Spacing between conductors on individual layers should be maximized whenever possible. The minimum spacing between conductors, between conductive patterns, layer to layer conductive spaces (z=axis), and between conductive materials (such as conductive markings or mounting hardware) and conductors **shall** be in accordance with Table 6-1, and defined on the master drawing. See Section 10 for additional information on process allowances affecting electrical clearance.

When mixed voltages appear on the same board and they require separate electrical testing, the specific areas **shall** be identified on the master drawing or appropriate test specification. When employing high voltages and especially AC and pulsed voltages greater than 200 volts potential, the dielectric constant and capacitive division effect of the material must be considered in conjunction with the recommended spacing.

For voltages greater than 500V, the (per volt) table values must be added to the 500V values. For example, the electrical spacing for a Type B1 board with 600V is calculated as:

600V - 500V = 100V
0.25 mm [0.00984 in] + (100V x 0.0025 mm)
= 0.50 mm [0.0197 in] clearance

When, due to the criticality of the design, the use of other conductor spacings is being considered, the conductor spacing on individual layers (same plane) **shall** be made larger than the minimum spacing required by Table 6-1 whenever possible. Board layout should be planned to allow for the maximum spacing between external layer conductive areas associated with high impedance or high voltage circuits. This will minimize electrical leakage problems resulting from condensed moisture or high humidity. Complete reliance on coatings to maintain high surface resistance between conductors **shall** be avoided.

IPC-2221 –**6.3.1 B1–Internal Conductors** Internal conductor-to-conductor, and conductor-to-plated-through hole electrical clearance requirements at any elevation (see Table 6-1).

IPC-2221 – **6.3.2 B2–External Conductors, Uncoated, Sea Level to 3050 m [10,007 feet]** Electrical clearance requirements for uncoated external conductors are significantly greater than for conductors that will be protected from external contaminants with conformal coating. If the assembled end product is not intended to be conformally coated, the bare board conductor spacing **shall** require the spacing specified in this category for applications from sea level to an elevation of 3050 m [10,007 feet] (see Table 6-1).

IPC-2221 – **6.3.3 B3–External Conductors, Uncoated, Over 3050 m [10,007 feet]** External conductors on uncoated bare board applications over 3050 m [10,007 feet] require even greater electrical spacings than those identified in category B2 (see Table 6-1).

IPC-2221 – **6.3.4 B4–External Conductors, with Permanent Polymer Coating (Any Elevation)** When the final assembled board will not be conformally coated, a permanent polymer coating over the conductors on the bare board will allow for conductor spacings less than that of the uncoated boards defined by category B2 and B3. The assembly electrical clearances of lands and leads that are not conformally coated require the electrical clearance requirements stated in category A6 (see Table 6-1). This configuration is not applicable for any application requiring protection from harsh, humid, contaminated environments.

Typical applications are computers, office equipment, and communication equipment, bare boards operating in controlled environments in which the bare boards have a permanent polymer coating on both sides. After they are assembled and soldered the boards are not conformal coated, leaving the solder joint and soldered land uncoated.

Note: All conductors, except for soldering lands, must be completely coated in order to ensure the electrical clearance requirements in this category for coated conductors.

IPC-2221 – **6.3.5 A5–External Conductors, with Conformal Coating Over Assembly (Any Elevation)** External conductors that are intended to be conformal coated in the final assembled configuration, for applications at any elevation, will require the electrical clearances specified in this category.

Typical applications are military products where the entire final assembly will be conformal coated. Permanent

polymer coatings are not normally used, except for possible use as a solder resist. However, the compatibility of polymer coating and conformal coating must be considered, if used in combination.

IPC-2221 – **6.3.6 A6–External Component Lead/ Termination, Uncoated, Sea Level to 3050 m [10,007 feet]** External component leads and terminations, that are not conformal coated, require electrical clearances stated in this category.

Typical applications are as previously stated in category B4. The B4/A6 combination is most commonly used in commercial, nonharsh environment applications in order to obtain the benefit of high conductor density protected with permanent polymer coating (also solder resist), or where the accessibility to components for rework and repair is not required.

IPC-2221 – **6.3.7 A7–External Component Lead/ Termination, with Conformal Coating (Any Elevation)** As in exposed conductors versus coated conductors on bare board, the electrical clearances used on coated component leads and terminations are less than for uncoated leads and terminations.

IPC-2221 – **Table 6-1 Electrical Conductor Spacing**

Voltage Between Conductors (DC or AC Peaks)	Minimum Spacing						
	Bare Board				Assembly		
	B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7
0-15	0.05 mm [0.00197 in]	0.1 mm [0.0039 in]	0.1 mm [0.0039 in]	0.05 mm [0.00197 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]
16-30	0.05 mm [0.00197 in]	0.1 mm [0.0039 in]	0.1 mm [0.0039 in]	0.05 mm [0.00197 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.25 mm [0.00984 in]	0.13 mm [0.00512 in]
31-50	0.1 mm [0.0039 in]	0.6 mm [0.024 in]	0.6 mm [0.024 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.13 mm [0.00512 in]
51-100	0.1 mm [0.0039 in]	0.6 mm [0.024 in]	1.5 mm [0.0591 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.5 mm [0.020 in]	0.13 mm [0.00512 in]
101-150	0.2 mm [0.0079 in]	0.6 mm [0.024 in]	3.2 mm [0.126 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.4 mm [0.016 in]
151-170	0.2 mm [0.0079 in]	1.25 mm [0.0492 in]	3.2 mm [0.126 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.4 mm [0.016 in]
171-250	0.2 mm [0.0079 in]	1.25 mm [0.0492 in]	6.4 mm [0.252 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.4 mm [0.016 in]
251-300	0.2 mm [0.0079 in]	1.25 mm [0.0492 in]	12.5 mm [0.4921 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.8 mm [0.031 in]
301-500	0.25 mm [0.00984 in]	2.5 mm [0.0984 in]	12.5 mm [0.4921 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.8 mm [0.031 in]	1.5 mm [0.0591 in]	0.8 mm [0.031 in]
> 500 See para. 6.3 for calc.	0.0025 mm /volt	0.005 mm /volt	0.025 mm /volt	0.00305 mm /volt	0.00305 mm /volt	0.00305 mm /volt	0.00305 mm /volt

B1 - Internal Conductors
B2 - External Conductors, uncoated, sea level to 3050 m [10,007 feet]
B3 - External Conductors, uncoated, over 3050 m [10,007 feet]
B4 - External Conductors, with permanent polymer coating (any elevation)
A5 - External Conductors, with conformal coating over assembly (any elevation)
A6 - External Component lead/termination, uncoated, sea level to 3050 m [10,007 feet]
A7 - External Component lead termination, with conformal coating (any elevation)

Appendix E
Visual Comparisons of SnPb and Lead Free Solder Connections

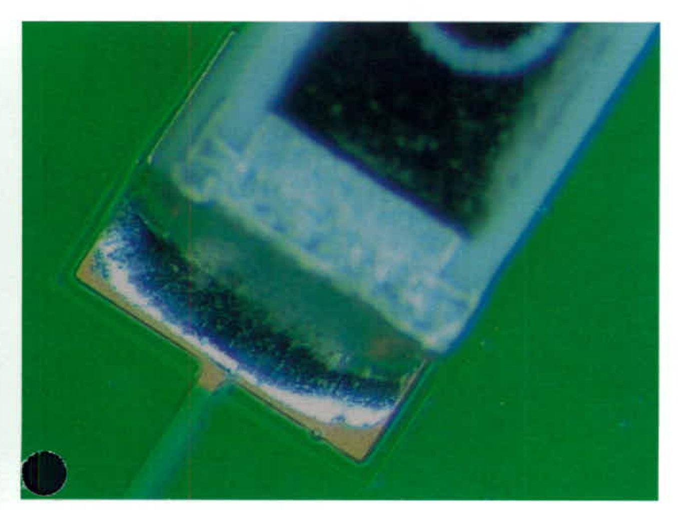


Figure E-1 SnPb Solder; No Clean Process

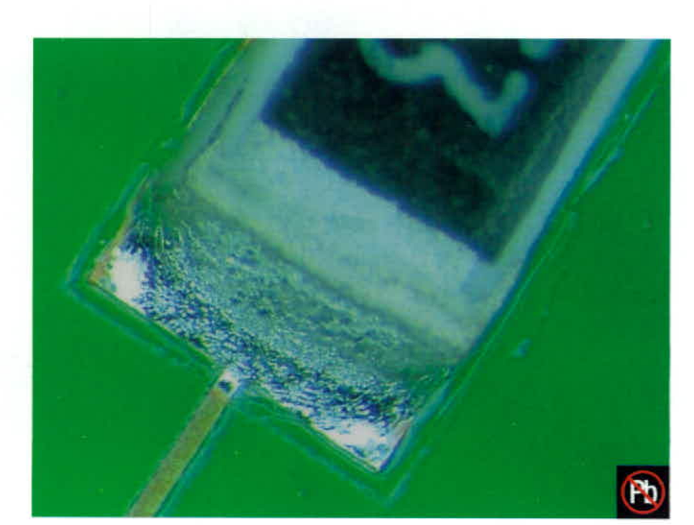


Figure E-2 SnAgCu Solder; No Clean Process



Figure E-3 SnPb Solder; Water Soluble Flux

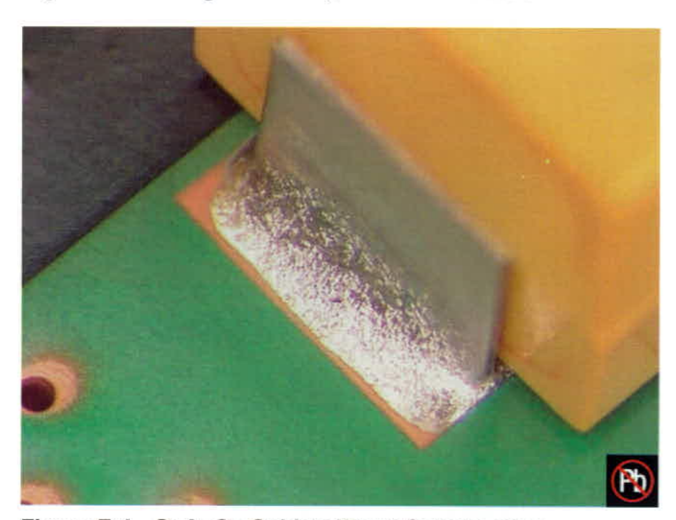


Figure E-4 SnAgCu Solder; Water Soluble Flux

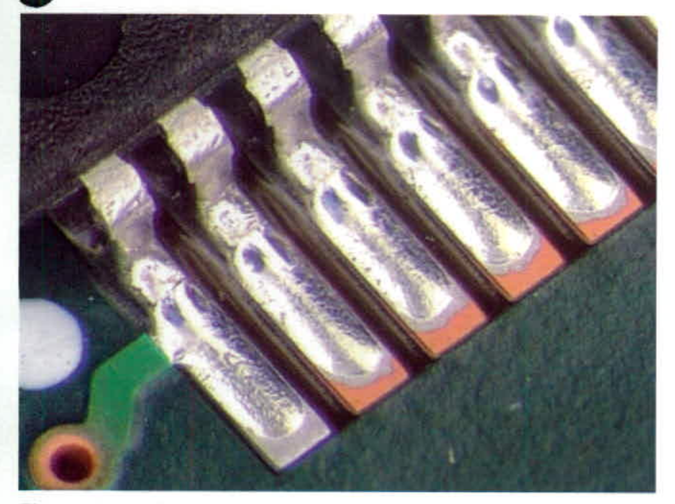


Figure E-5 SnPb Solder; Water Soluble Flux

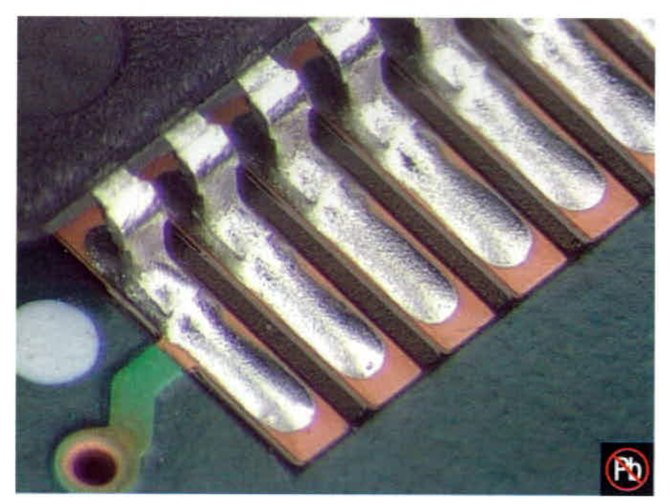


Figure E-6 SnAgCu Solder; Water Soluble Flux

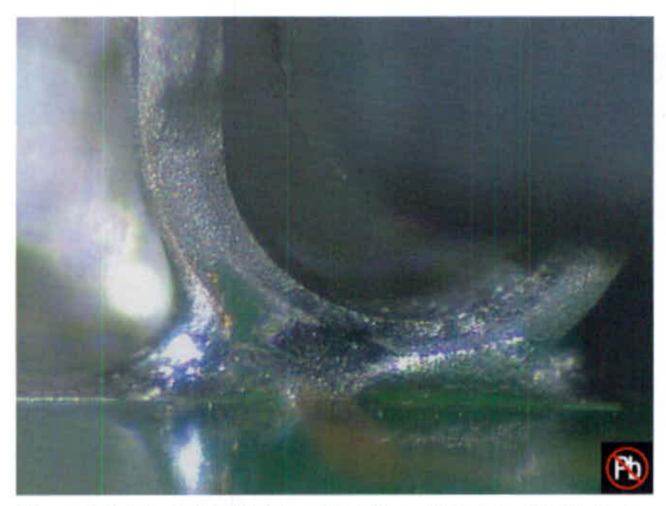


Figure E-7 SnAgCu Solder; No Clean Process, N2 Reflow

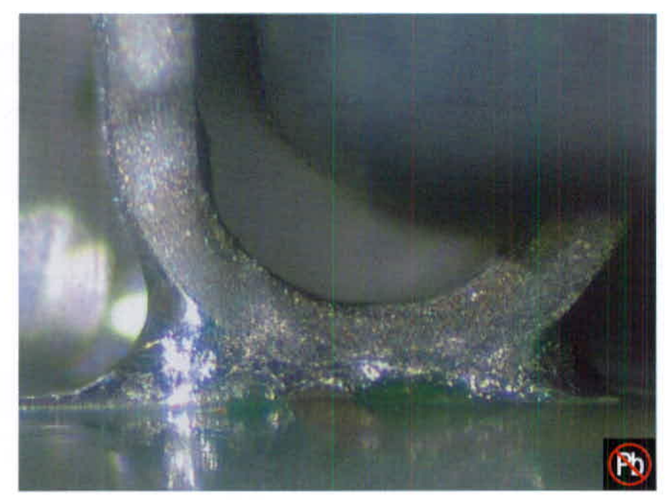


Figure E-8 SnAgCu Solder, No Clean Process; Air Reflow

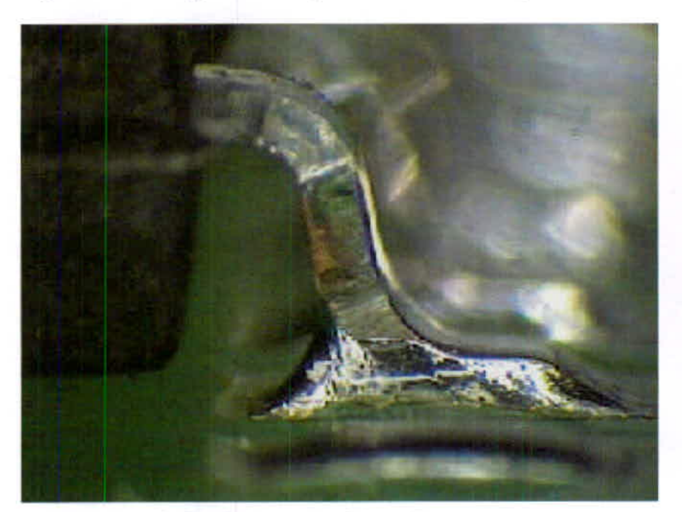


Figure E-9 SnPb Solder; No Clean Process



Figure E-10 SnAgCu Solder; No Clean Process

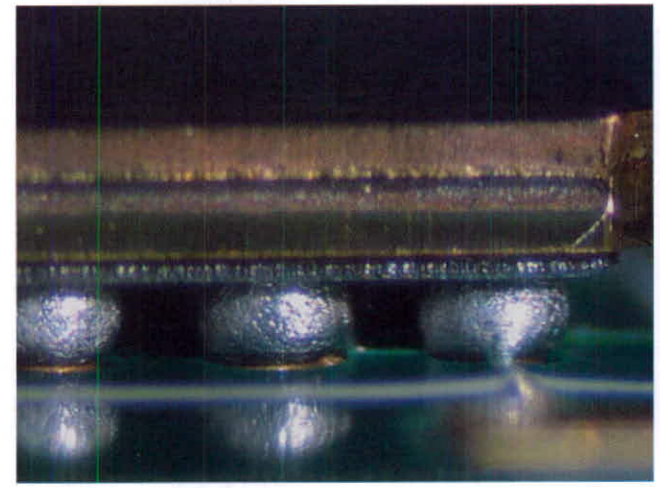


Figure E-11 SnPb Solder; No Clean Process

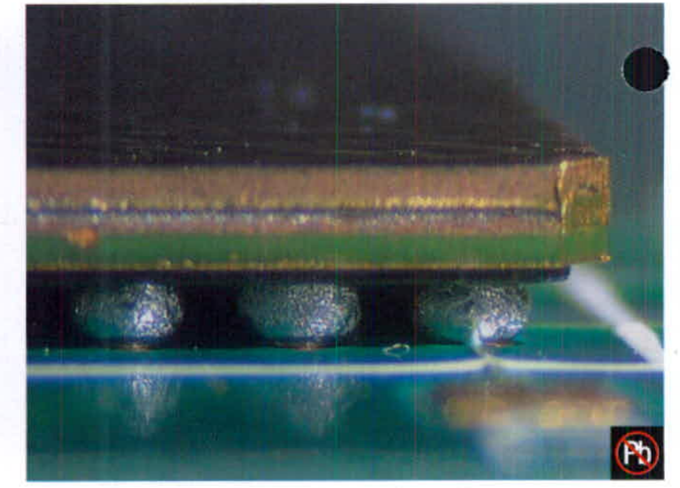


Figure E-12 SnAgCu Solder; No Clean Process

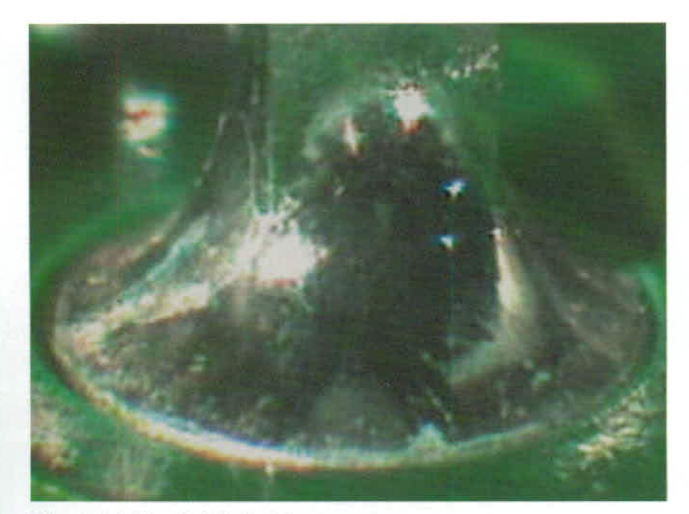


Figure E-13 SnPb Solder



Figure E-14 SnAgCu Solder

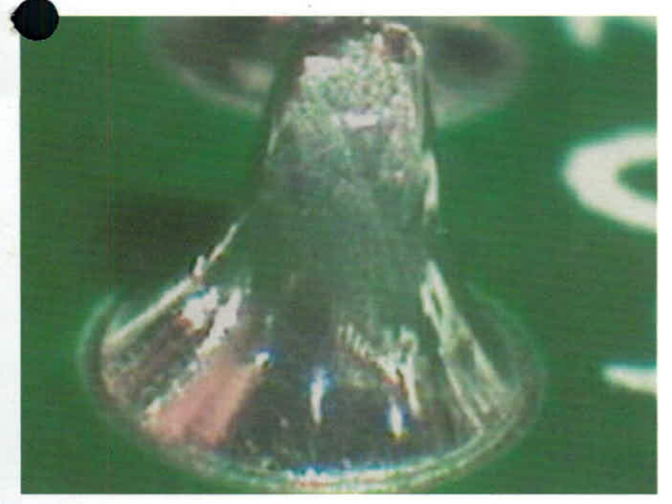


Figure E-15 SnPb Solder



Figure E-16 SnAgCu Solder

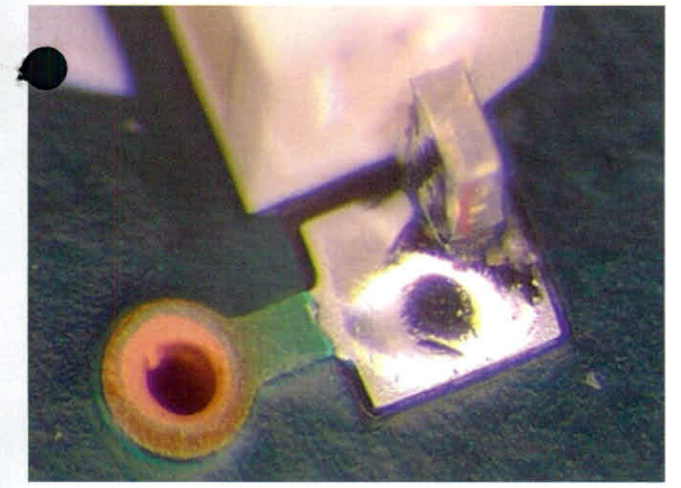


Figure E-17 SnPb Solder; OSP Finish

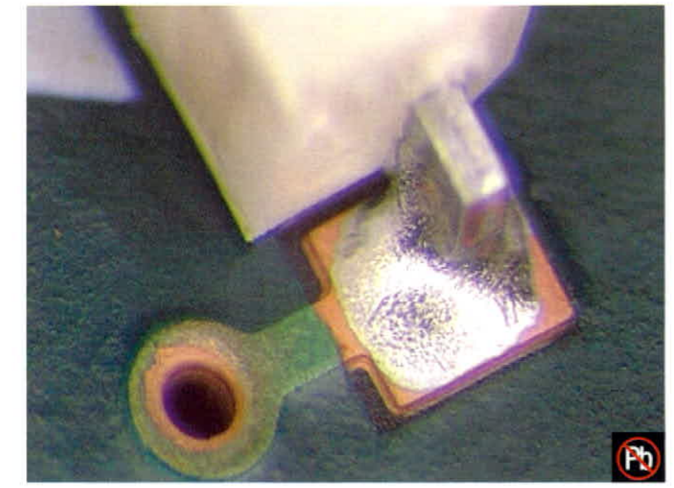


Figure E-18 SnAgCu Solder; OSP Finish



Figure E-19 SnAgCu Solder



Figure E-20 SnAgCu Solder



Figure E-21 SnAgCu Solder

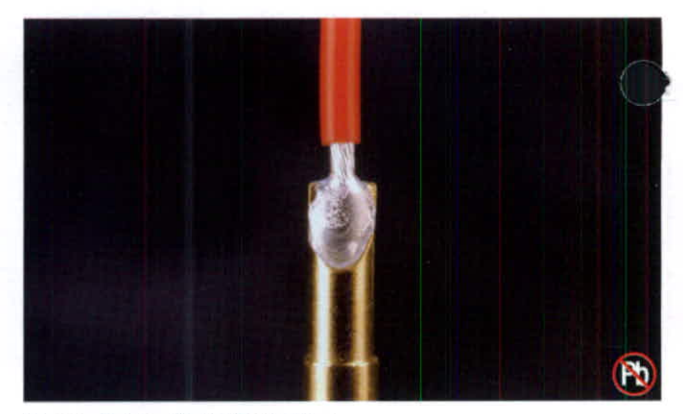


Figure E-22 SnAgCu Solder